بسم اللہ الرحمٰن الرحیم

بنیادی علمِ طبعیات

FUNDAMENTAL

PHYSICS

Written By

Dr. ANEES RASHEED KHAN

{M. Sc., M. Ed., Ph. D., NET(Physics)}

PHYSICS LECTURER

Z. P. (Ex. Govt.) BOY'S HIGH SCHOOL & SCIENCE JUNIOR COLLEGE,

SCIENCE CORE, AMRAVATI

AMRAVATI

INDIA

2020

میرے مرحوم والد

جناب عبدالرشید خان صاحب

اور

مرحومہ والدہ

محترمہ صفیہ خاتون صاحبہ

کے نام،

جنہوں نے اِس اپاہج کو

تعلیم کی روشنی دی،

اور

اندھیروں میں چلنا سکھایا!

اللہ تعالیٰ اُنہیں غریقِ رحمت کرے۔

(آمین)

فہرست

۱۔ اکائی اور پیمائش
(Units and Measurement)

☆ **نصابی نقاط** (Syllabus Points)

۱۔ علم طبعیات کا تعارف

۲۔ علم طبعیات کی وسعت اور جوش

۳۔ پیمائش کی ضرورت

۴۔ پیمائش کی اکائیاں

۵۔ اکائیوں کے نظام

۶۔ اکائیوں کا بین الاقوامی نظام (S. I. Units)

۷۔ بنیادی اور ماخوذ اکائیاں

۸۔ بعدی تجزیہ (Dimensional Analysis)

۹۔ قدر کا درجہ (Order of Magnitude)

۱۰۔ بامعنی اعداد (Significant Figures)

۱۱۔ صحت (Accuracy)

۱۲۔ پیمائش میں ہونے والے نقائص

۱۳۔ عددی سوالات

☆☆☆☆☆

سائنس کا تعارف (Introduction of Science)

لفظ سائنس دراصل لاطینی زبان کے لفظ Scientia سے ماخوذ ہے، جس کا مطلب ہے 'جاننا'۔ عربی زبان میں اس کے لئے لفظ 'علم' اور سنسکرت زبان میں لفظ 'وگیان' استعمال کئے جاتے ہیں۔ درحقیقت سائنس ایک 'منظّم علم' کا نام ہے۔ سائنس کی تاریخ اُتنی ہی پُرانی ہے جتنی کہ خود نوع انسانی کی تاریخ! سائنس قدرتی مظاہر کو ممکنہ حدتک گہرائی اور مکمل تفصیل کے ساتھ سمجھنے اور اُس کے ذریعئے حاصل ہونے والی معلومات کو قدرتی مظاہر کی پیشن گوئی کرنے، اُن میں تصحیح و ترمیم کرنے اور اُن پر ممکنہ حدتک قابو پانے کی منظّم کوشش کا علم ہے۔ سائنس اپنے گردوپیش کے مشاہدات کی چھان بین کرنے، اُن پر تجربہ کرنے اور اُن کی پیشن گوئی کرنے کا نام ہے۔ دُنیا کے بارے میں جاننے کی جستجو اور قدرت کے خفیہ رازوں سے پردہ اُٹھانے کی کوشش نئی ٹکنکی دریافتوں کی طرف پہلا قدم ہے۔

سائنس کی اصل بنیاد دو چیزوں پر ہے، (۱) نظریہ (Theory) اور (۲) تجربہ (Experimentation)۔ سائنس ہمیشہ ہی ایک متحرک علم رہا ہے، یعنی اِس میں کسی بھی ایک نظریے کو قطعی یا فیصلہ کُن نہیں کہا جاسکتا۔ جیسے جیسے مشاہدات میں جامعیت اور درستگی صحت پیدا ہوتی ہے، یا تجربات کے ذریعے نئے نتائج کی توثیق ہوتی ہے تو نظریات کے لئے لازم ہے کہ وہ، اگر ضروری ہو تو اُن نظریات میں ترمیم کرکے اُن کی اچھی طرح تشریح کریں۔ اکثر اوقات یہ ترمیم زیادہ گہری نہ ہوکر موجودہ نظریے کے ڈھانچے (Model) پر ہی منحصر ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر جب جوھانس کیپلر (Johannes Kepler) کے ذریعے حاصل کردہ سیاروں سے متعلق جامع معلومات کی جانچ کی گئی تو سیاروں کے دائروی مداروں (Circular Orbits) کی جگہ بیضوی مداروں (Elliptical Orbits) کو تسلیم کرنا پڑا۔ جس طرح کوئی نیا تجربہ کسی متبادل نظریاتی ماڈل کے تصور کو جنم دے سکتا ہے، اُسی طرح کوئی نظریاتی پیش رفت بھی کسی تجربے میں ''کیا دیکھا جائے'' کے بارے میں تجویز پیش کرسکتی ہے۔ مثال کے طور پر 1911 میں Ernest Rutherford نے سونے کی مہین چادر پر الفا ذرات کے انتشار کا تجربہ کیا اور جوہر کا مرکزوی ماڈل (Nuclear Model) قائم کیا۔ لیکن آگے چل کر یہی ماڈل 1913 میں Niels Bohr کے ذریعے قائم کئے گئے ہائیڈروجن جوہر کے قدری نظریہ (Quantum Theory of H-Atom) کی بنیاد بن گیا۔ وہیں دوسری طرف 1930 میں Paul Dirac نے سب سے پہلے 'ضد مادے' (Anti Matter) کا تصور پیش کیا جس کی تصدیق صرف دو سالوں بعد Carl Anderson نے اُس وقت کی جب اُس نے 'ضد الیکٹران' (Anti Electron) یا Positron کی تجرباتی دریافت کی۔

علم طبعیات (Physics) کا تعارف:

طبعی علوم (Natural Sciences) کو عام طور پر تین بنیادی مضامین میں تقسیم کیا گیا ہے، علمِ طبعیات (Physics)، علمِ کیمیا (Chemistry) اور علمِ حیاتیات (Biology)۔ علم طبعیات کو انگریزی زبان میں Physics کہا جاتا ہے، جو کہ ایک یونانی لفظ 'Fusis' سے اخذ کیا گیا ہے۔ اس یونانی لفظ Fusis کو سب سے پہلے ارسطو (Aristotle) نامی فلسفی نے استعمال کیا تھا۔ Fusis کا لفظی ترجمہ فطرت (Nature) ہوتا ہے۔ سنسکرت زبان میں اِسے 'بھوتک' کہا جاتا ہے، جس کا مطلب طبعی دنیا کے علم سے ہے۔ اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ علم طبعیات درحقیقت کائنات میں موجود تمام تر اشیاء کی فطرت کا مطالعہ پیش کرتا ہے۔ وسیع طور پر ہم طبعیات کو فطرت کے بنیادی قوانین کے مطالعے اور اُن قوانین کا مختلف قدرتی مظاہر میں ہونے والے اظہار کے مطالعے کے مضمون کے طور پر کرسکتے ہیں۔

ہمارے اطراف پھیلی ہوئی یہ وسیع وعریض کائنات درحقیقت صرف دو چیزوں کے باہمی تعاملات پرمنحصر ہے، مادہ(Matter)اورتوانائی(Energy)۔ علم طبیعیات میں ہم مادے اورتوانائی کا انفرادی طور پر مطالعہ کرتے ہیں۔ساتھ ہی ساتھ یہاں، مادے اورتوانائی کے باہمی تعاملات(Interactions) کا بھی مطالعہ کیا جاتا ہے۔علم ِ طبیعیات میں تجربہ اورنظریہ دونوں ساتھ ساتھ چلتے ہیں اورایک دوسرے کی ترقی میں معاون ومددگار ہوتے ہیں۔

علم ِ طبیعیات کے دواہم مرکزی حصے ہیں۔ (۱) یکجائی (Unification) اور (۲) تقلیل(Reduction)۔

طبیعیات میں ہم متنوع طبیعی مظاہر کی تشریح چند تصورات اوراُصولوں کی شکل میں کرتے ہیں۔اِس کا مقصد مختلف حالات اورمیدانوں میں طبیعی دنیا کو چند آفاقی قوانین کے اظہار کے طور پر دیکھنے کی کوشش کرنا ہے۔مثال کے طور پر آئزک نیوٹن کا تجاذب کا نظریہ(Universal Gravitational Theory)دراصل مادی ذرات کے درمیان قوتِ ثقل کو بیان کرتا ہے۔ اِس نظریہ کے ذریعے سیب کے زمین پر گرنے؛ چاند کے زمین کے اطراف گردش کرنے اورسورج کے اطراف مختلف سیاروں کے گردش کرنے کی وضاحت کرتا ہے۔ اِسی طرح سے Maxwell کا برقی مقناطیسیت کا نظریہ درحقیقت تمام برقی اورمقناطیسی مظاہر کو منضبط کرتا ہے۔قدرت کی بنیادی قوتوں کو یکجا کرنے کی کوشش، دراصل علم طبیعیات میں یکجائی(Unification) کی اُسی جستجو کومنعکس کرتی ہے۔

ایک بڑے اورزیادہ پیچیدہ نظام کی خصوصیات کواُس کے سادہ عناصر کے تعاملات اورخصوصیات سے اخذ کیا جاسکتا ہے۔ اِسی عمل کوتقلیل(Reduction) کہا جاتا ہے۔ یہ عمل دراصل علم طبیعیات کا مرکزی جُز ہے۔

☆☆☆☆☆

سوال نمبر(1): علم ِطبیعیات(Physics) سے کیا مراد ہے؟ علم طبیعیات کے وسعت (Scope) اور جوش (Excitement) کی وضاحت کیجئے۔

علم ِطبیعیات (Physics):

کائنات میں موجود مادے(Matter) اور توانائی(Energy) اوراُن کے درمیان باہمی تعاملات کے منظّم مطالعہ کوعلم ِ طبیعیات کہا جاتا ہے۔ وسیع تناظر میں دیکھا جائے توعلم طبیعیات درحقیقت اِس مکمل کائنات کے مطالعے کا علم ہے۔یعنی اِسے ہم فطرت کے بنیادی قوانین کے مطالعہ اوراُن قوانین کا مختلف قدرتی مظاہر میں ہونے والے اظہار کے مطالعے کے مضمون کے طور پر کرسکتے ہیں۔

علم ِطبیعیات کا دائرۂ عمل یا وسعت (Scope of Physics):

علم ِ طبیعیات کے دائرۂ عمل کو دومختلف حلقوں میں تقسیم کیا جاتا ہے،جنہیں بالترتیب خوردبینی حلقہ (Microscopic Domain)اورکلاں بینی حلقہ (Macroscopic Domain) کہا جاتا ہے۔

1۔ خوردبینی حلقہ (Microscopic Domain):

طبیعیات کی خوردبینی حلقے میں جوہروں اورسالمات کے خفیف پیمانے پر مادے کے اجزائے ترکیبی،اُس کی بناوٹ، ساخت اورجوہروں اورمرکزوی ذرات کا گہرائی سے مطالعہ کرنے کے لئے، اُن کے الیکٹران،فوٹان اوردوسرے بنیادی ذرات(Elementary Particles) سے باہمی تعاملات کا مطالعہ کیا جاتا ہے۔ موجودہ دَور میں قدری نظریہ(Quantum Theory) کواستعمال کرکے خوردبینی مظاہر کی تشریح کی جاتی ہے۔جب ذرات کی جسامت بہت چھوٹی ہوتی جاتی ہے، تب اُن کی طبعی خصوصیات بھی تبدیل ہونے لگتی ہے۔مثال کے طور پر سونے(Gold) کا رنگ عام حالت میں پیلا ہوتا ہے، لیکن اگر سونے کے ذرات کو بہت چھوٹے پیمانے (یعنی nano level) پر دیکھا جائے تو اُس کا رنگ گلابی نظر آتا ہے۔

2۔ کلاں بینی حلقہ (Macroscopic Domain):

علم ِ طبیعیات کا کلاں بینی حلقہ کافی وسیع ہے،جس میں معیاری میکانیات(Classical Mechanics) کے تحت آنے والے ضمنی مضامین مثلاً میکانیات(Mechanics)، برقی حرکیات(Electrodynamics)، نوریات(Optics)، اورحرحرکیات(Thermodynamics)شامل ہیں۔

میکانیات(Mechanics) کا تعلق نیوٹن کے قوانین ِ حرکت اورکشش ثقل کے آفاقی قانون سے ہوتا ہے۔اِس میں زیر بحث آنے والے کچھ مسائل درج ذیل ہیں،

(۱) جیٹ سے خارج ہونے والی گیسوں کے ذریعے راکٹ کوآگے دھکیلنے(Propulsion of Rocket)کا نظام، (۲) پانی میں لہروں کی ترسیل، (۳)ہوا میں آواز کی لہروں کا آگے پھیلاؤ (۴) کسی وزن کی وجہ سے جھکی ہوئی چھڑی(Rod) کا توازن،وغیرہ

برقی حرکیات(Electrodynamics) کا تعلق برقی باروں سے برقیدہ اجسام اورمقناطیسی اجسام سے منسلک برقی اورمقناطیسی مظاہر سے ہوتا ہے۔ اِس میں زیر بحث آنے والے کچھ مسائل درج ذیل ہیں،

(۱) کسی مقناطیسی میدان میں برقی رو(Electric Current) بردارموصل کی حرکت، (۲) کسی سرکٹ پر A. C. سگنل کا تعامل، (۳) کسی Antenna کی کارکردگی، (۴) فضائی آئنی کرے(Ionosphere) میں ریڈیائی لہروں کی ترسیل،وغیرہ

نوریات(Optics) کا تعلق نوریعنی روشنی کے مظاہر سے ہوتا ہے۔اِس میں زیر بحث آنے والے کچھ مسائل درج ذیل ہیں،

(۱) دوربین(Telescope)، خوردبین(Microscope) اوردگرنوری آلات کے طریقہ کار کی تفصیل، (۲) انعکاس ِ نور، انعطاف ِ نور، تداخل ِ نور، انتشار ِ نور، وغیرہ اعمال کا مطالعہ،وغیرہ

حرحرکیات(Thermodynamics) کا تعلق اجسام(یا نظاموں) کے کلاں بینی توازن سے ہوتا ہے اوربیرونی کام اورحرارت کے

انتقال کے ذریعے نظام کی اندرونی توانائی، درجہء حرارت اور ناکارگی (Entropy) وغیرہ میں ہونے والی تبدیلی سے ہوتا ہے۔ اِس میں زیرِ بحث آنے والے کچھ مسائل درج ذیل ہیں،

(۱) حری انجن (Heat Engine) کا مطالعہ (۲) سرد خانہ (Refrigerator) کی استعداد (۳) کسی طبعی یا کیمیاوی عمل کی سمت کا تعین کرنا، وغیرہ

درج بالا تفصیل سے ظاہر ہوتا ہے کہ علمِ طبیعیات کا دائرہ بے انتہاء وسیع و عریض ہے۔ یہ درحقیقت لمبائی، کمیت، وقت، توانائی وغیرہ جیسی طبعی مقداروں کی قدر کے انتہائی وسیع حیطہ کا احاطہ کرتا ہے۔ ایک طرف تو اِس کے تحت الیکٹران، پروٹان وغیرہ سے متعلق مظاہر کا نہایت ہی خفیف پیمانے پر یعنی 10^{-14} m یا اُس سے بھی کم لمبائی کا مطالعہ کیا جاتا ہے، تو دوسری طرف اس کے تحت فلکیاتی مظاہر کا مطالعہ، کہکشانی پیمانے یا مکمل کائنات کے پیمانے پر کرتے ہیں، جس کی وسعت 10^{26}m کے درجے کی ہے۔ اِن دونوں پیمانوں کے فرق 10^{40} ہوتا ہے۔ اِس طرح علمِ طبیعیات کی وسعتوں کا بخوبی اندازہ لگایا جاسکتا ہے۔

علمِ طبیعیات کا جوش (Excitement of Physics):

علمِ طبیعیات کئی طرح سے جوش آفرین ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر.....

(۱) کئی لوگ علمِ طبیعیات کے بنیادی نظریات کی جمالیت اور ہمہ گیریت سے اِس حقیقت کی بنیاد پر پُر جوش ہو اُٹھتے ہیں کہ طبیعیات کے چند بنیادی تصورات اور اُصول ہی طبعی مقداروں کی قدر کی جتنی زیادہ وسیع رینج کا احاطہ کرنے والے مظاہر کی تشریح کر سکتے ہیں۔

(۲) کچھ لوگوں کے لئے فطرت کے راز کو ظاہر کرنے کے لئے ہر تخیل نئے تجربات کر کے نظریات کی توثیق یا تردید کر کے سیکھنے کا چیلینج سنسنی خیز ہوسکتا ہے۔

(۳) اطلاقی طبیعیات (Applied Physics) کی اہمیت بھی کسی لحاظ سے کم نہیں ہے۔ بنیادی قوانین کے استعمال اور اطلاق کے ذریعے کار آمد آلات بنانا طبیعیات کا نہایت دلچسپ اور ولولہ انگیز جز ہے اور اُس کے لئے اختراعی صلاحیت اور مسلسل کوشش درکار ہوتی ہے۔

(۴) علمِ طبیعیات کا، ٹکنالوجی کے ساتھ بہت گہرا تعلق ہوتا ہے۔ کبھی تو طبیعیات سے نئی ٹکنالوجی جنم لیتی ہے اور کبھی نئی ٹکنالوجی سے طبیعیات کا جنم ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر،

(a) بے تار ترسیلی مواصلات (Wireless Communication) کو انیسویں صدی میں برقی مقناطیسیت کے بنیادی قوانین کی دریافت کے سبب فروغ حاصل ہوا۔

(b) سلی کان چِپ (Silicon Chip) نے بیسویں صدی کی آخری تین دہائیوں میں کمپیوٹر انقلاب (Computer Revolution) کو تحریک دی۔

(c) 1938 میں Hahn اور Meitner نامی ماہرینِ طبیعیات نے یورینیم کے نیوٹران مائل انشقاق (Fission) کے مظہر کی دریافت کی جس کے ذریعے نیوکلیر پاور ری ایکٹر اور نیوکلیر ہتھیاروں کی بنیاد فراہم ہوئی۔

درج بالا تفصیلات سے اندازہ لگایا جاسکتا ہے کہ علمِ طبیعیات کی وسعتیں لامحدود ہیں اور اسی لئے اِس کا جوش بھی بے انتہاء بلندیوں تک کارفرما ہے، جو نوعِ انسانی کی بقاء اور ترقی کے لئے ہمیشہ سے پُر عزم رہا ہے اور ہمیشہ رہے گا۔

سوال نمبر(2): طبعی مقداروں کی پیائش سے کیا مراد ہے؟ طبعی مقداروں کی پیائش کی اہمیت وافادیت کی وضاحت کیجئے۔

طبعی مقداروں کی پیائش: (Measurement of Physical Quantities)

کسی جسم (یا نظام یا مظہر) کی ایسی طبعی خصوصیات، جن کے مقدار کی پیائش کی جاسکتی ہو، اُنہیں طبعی مقداریں کہا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر لمبائی (Length)، کمیت (Mass)، وقت (Time)، توانائی (Energy)، قوت (Force) وغیرہ طبعی مقداریں ہیں، کیونکہ ان کی پیائش کی جاسکتی ہے۔

پیائش کی اہمیت : (Need for Measurement)

علم طبیعیات (Physics) میں تجربات (Experimentation) بہت زیادہ اہمیت کے حامل ہوتے ہیں۔ درحقیقت تجربات ہی کی بنیاد پر علم طبیعیات کے مختلف نظریات کو جانچنے کا کام کیا جاتا ہے۔ اِن تجربات میں مختلف طبعی مقداروں کا مطالعہ کیا جاتا ہے۔ طبعی مقداروں کی اِس پیائش کی بنیاد پر، اُن طبعی مقداروں کے درمیان مختلف قوانین اور نظریات قائم کئے جاتے ہیں۔

علم طبیعیات چونکہ ایک مقداری سائنس (Quantitative Science) ہے، اِسی لئے ہر مرحلہ پر طبعی مقداروں کی بالکل صحیح پیائش کی ضرورت پڑتی ہے۔ اگر کبھی نظریاتی قیمتوں اور تجرباتی قیمتوں کے درمیان قابلِ قدر فرق حاصل ہوجائے تو اُن نظریات اور ضوابط کو یا تو ترمیم کیا جاتا ہے یا مسترد کر دیا جاتا ہے۔ اِس سے اندازہ لگایا جاسکتا ہے کہ طبعی مقداروں کی بالکل صحیح پیائش کس قدر اہم ہوتی ہے۔

علم طبعئیات میں طبعئی نظریات (Physical Theories) کو ثابت کرنے کے لیئے تجرباتی تصدیق لازمی ہوتی ہے۔ تجرباتی تصدیق کے لیئے زیرِ مطالعہ نظریہ میں موجود مختلف طبعئی مقداروں کی پیائش کی جاتی ہے۔ اِس سے ظاہر ہوتا ہے کہ پیائش درحقیقت علم طبعئیات کا ایک لازمی جز ہے۔

اسی طرح سے روزمرّہ زندگی میں بھی مختلف طبعئی مقداروں کی پیائش لازمی طور پر کی جاتی ہے مثلاً وقت کی پیائش، کسی جسم کے وزن کی پیائش، کسی گاڑی کی رفتار کی پیائش وغیرہ۔

سوال نمبر(3): طبعی مقدار کی پیائش کی اکائی سے کیا مراد ہے۔ مثالوں کے ذریعے وضاحت کیجئے۔

پیائش کی اکائیاں: (Units for Measurements)

کسی بھی طبعی مقدار کی پیائش کرنے کے لئے، ایک حوالہ معیار (Reference Standard) استعمال کیا جاتا ہے، جسے اُس طبعی مقدار کی اکائی کہتے ہیں۔

پیائش کے عمل کے دوران دو چیزیں لازمی ہوتی ہیں۔ (۱) ایک حوالہ معیار (Reference Standard) اور (۲) ایک عدد، جو طبعئی مقدار کی قدر (Magnitude) کو ظاہر کرے۔ پیائش کے دوران جس مقررہ پیمانہ کو موازنہ کے لیئے استعمال کرتے ہیں، اسے اکائی (Unit) کہا جاتا ہے۔

مثال کے طور پر،

(۱): فرض کیجئے کہ ایک جسم کی کمیت 15 Kg ہے۔ اِس پیائش کے اِظہار کے لئے دو چیزوں کو استعمال کیا گیا ہے۔ ایک عدد ''15'' اور ایک حوالہ یعنی ''Kg''۔ یہاں اِس حوالے کو پیائش کے معیار کے طور پر استعمال کیا گیا ہے۔ اِس سے ظاہر ہوتا ہے کہ کمیت کی اکائی ''Kg'' ہوتی ہے۔

(۲): فرض کیجئے کہ ایک جسم کی لمبائی 50 m ہے۔ اِس پیائش کے اِظہار کے لئے دو چیزوں کو استعمال کیا گیا ہے۔ ایک عدد ''50'' اور ایک حوالہ یعنی ''m''۔ یہاں اِس حوالے کو پیائش کے معیار کے طور پر استعمال کیا گیا ہے۔ اِس سے ظاہر ہوتا ہے کہ لمبائی کی اکائی ''m'' ہوتی ہے۔

(۳): فرض کیجئے کہ ایک واقعہ کو درکار وقت 10 Seconds ہے۔ اِس پیائش کے اِظہار کے لئے دو چیزوں کو استعمال کیا گیا ہے۔ ایک عدد ''10'' اور ایک حوالہ یعنی ''Second''۔ یہاں اِس حوالے کو پیائش کے معیار کے طور پر استعمال کیا گیا ہے۔ اِس سے ظاہر ہوتا ہے کہ وقت کی اکائی ''Second'' ہوتی ہے۔

سوال نمبر(4): بہترین اکائی (Good Unit) کی اہم خصوصیات بیان کیجئے۔

اکائی کی خصوصیات: (Properties of good Unit)

ایک بہترین اکائی میں درج ذیل خصوصیات ہونا چاہیئے،

(۱): یہ اکائی آسانی سے دستیاب ہونی چاہیئے۔

(۲): یہ اکائی غیر تغیراتی (Invariable) ہونی چاہیئے۔ یعنی یہ کہ اِس اکائی نے فاصلے اور وقت کی مناسبت سے اپنے آپ کو تبدیل نہیں کرنا چاہیئے۔

(۳): یہ اکائی آفاقی طور پر قابلِ قبول ہونی چاہیئے۔

(۴): اِس اکائی کو تیار کرنا نہایت ہی آسان ہونا چاہیئے۔

(۵): یہ اکائی فنا پزیر (Perishable) نہیں ہونی چاہیئے۔

سوال نمبر(5):۔ اکائیوں کے مختلف نظاموں کی وضاحت کیجیے؟

جواب:۔ اکائیوں کے نظام (System of Units):۔ طبعیٔ مقداروں کی اکائیوں کے لئے دنیا میں چار مختلف نظام موجود ہیں۔

1) FPS نظام:۔ اس نظام میں لمبائی کی اکائی Foot، کمیت کی اکائی Poundal اور وقت کی اکائی Second ہوتی ہے۔ یہ درحقیقت برطانوی نظام (Imperial British System) ہے۔ یہ دنیا کا سب سے قدیم نظام ہے، جسے برطانیہ اور برطانوی حکومت کے زیرِ اثر ممالک میں بہت پہلے سے استعمال کیا جاتا تھا۔

2) CGS نظام:۔ اس نظام میں لمبائی کی اکائی Centimeter، کمیت کی اکائی Gram اور وقت کی اکائی Second ہوتی ہے۔ یہ درحقیقت فرانسسی نظام (French System) ہے۔ اس نظام کو فرنچ اکادمی آف سائنس نے 1660 میں رائج کیا۔

3) MKSA نظام:۔ اس نظام میں لمبائی کی اکائی Meter کمیت کی اکائی Kiliogram وقت کی اکائی Second اور برقی رو کی اکائی Ampere ہوتی ہے۔ اس نظام کو سب سے پہلے عظیم سائنسداں James Clark Maxwell نے 1867 میں پیش کیا تھا، لیکن اس نظام کو پہلی مرتبہ 1935 میں باقاعدہ طور پر رائج کیا گیا۔

4) S.I نظام:۔ یہ اکائیوں کا بین الاقوامی نظام ہے جس میں سات بنیادی اکائیاں ہوتی ہیں اور دو ضمنی اکائیاں استعمال کی جاتی ہیں۔ موجودہ دور میں علم طبعیات میں دنیا کے تمام ممالک میں اسی نظام کو استعمال کیا جاتا ہے۔

سوال نمبر(6):۔ S.I نظام کی وضاحت کیجیے؟

جواب:۔ S.I (System International) نظام:۔ موجودہ دور میں، دنیا کے تمام ممالک میں علم طبعیٔ میں زیرِ مطالعہ مختلف طبعیٔ مقداروں کے اکائیوں کے مروّجہ نظام کو S.I نظام کہا جاتا ہے۔ اکتوبر 1960 میں "General Conference of Weights and Measures" کے دوران پیرس (Paris) میں طبعی مقداروں کے اکائیوں کا ایک نیا نظام مرتب کیا گیا، جسے اکائیوں کا بین الاقوامی نظام (Systeme Internationale d'Units) کہا جاتا ہے۔ اس نظام کو مختصر طور پر .S.I نظام کہا جاتا ہے۔

اس نظام میں سات بنیادی اکائیاں ہیں اور دو ضمنی اکائیاں ہوتی ہیں۔

بنیادی اکائیاں (Base Units):۔ S.I نظام میں استعمال ہونے والی سات بنیادی اکائیاں درج ذیل ہیں۔

۱) لمبائی (Length):۔ لمبائی کی S.I اکائی Meter ہے۔

۲) کمیت (Mass):۔ کمیت کی S.I اکائی Kilogram ہے۔

۳) وقت (Time):۔ وقت کی S.I اکائی Second ہے۔

۴) برقی رو (Electric Current):۔ برقی رو کی S.I اکائی Ampere ہے۔

۵) درجہ حرارت (Temperature):۔ درجہ حرارت کی S.I اکائی Degree Kelvin ہے۔

۶) نوری حدّت یا درخشاں شدت (Luminous Intensity):۔ نوری حدّت کی S. I. اکائی Candella ہوتی ہے۔

۷) شئے کی مقدار (Quantity of Substance):۔ مادّہ کی مقدار کو علم طبعیٔ اور علم کیمیائی میں پیمائشی اظہار کے لیئے Mole اکائی استعمال کرتے ہیں۔

ضمنی اکائیاں (Supplementary Units):۔ S.I نظام میں استعمال ہونے والی دو ضمنی اکائیاں درج ذیل ہیں۔

۱) سطحی زاویہ (Plane Angle):۔ ایک سطح میں کھینچے گئے دو خطوط کے درمیان تیار ہونے والے زاویہ کو سطحی زاویہ کہا جاتا ہے۔ اسکی S.I اکائی Radians ہوتی ہے۔

$$180^0 = \pi \text{ rad}$$

$$1^0 = 0.01745 \text{ rad}$$

۲) ٹھوس زاویہ (Solid Angle) :۔ایک مخروط کے نقطۂ راس پر خمدار سطح کے درمیان بننے والے زاویہ کو ٹھوس زاویہ کہا جاتا ہے۔اس کی S.I اکائی Steradians ہوتی ہے۔

سوال نمبر(7):۔S.I نظام میں استعمال ہونے والی سات بنیادی اکائیوں اور دونوں ضمنی اکائیوں کی تعریفیں لکھیے؟

جواب:۔S.I نظام میں استعمال ہونے والی سات بنیادی اکائیوں (Base Units) کی تعریفیں درج ذیل ہیں۔

1) Metre:۔ خلاء میں "Krypton-86" کے جوہر سے خارج ہونے والے نارنگی سرخ روشنی کے طول موج سے $1.65076373x10^6$ گنا فاصلے کو ایک Meter کہا جاتا ہے۔

اس روشنی کو تعریف میں استعمال کرنے کی اہم وجہ درحقیقت یہ ہے کہ یہ روشنی، طول موج کے اعتبار سے بہترین خالص ہوتی ہے۔

OR

روشنی کے ذریعہ، خلا میں ایک سیکنڈ کے 299,792,458 / 1 وقفہ وقت میں طے کی گئی راہ کی لمبائی ایک میٹر (Metre) ہوتی ہے۔ (اِسے ۱۹۸۳ سے قبول کیا گیا ہے)

2) Kilogram:۔ International Bureau of Weights & Measures محکمہ، جو کہ پیرس سے قریب Serves نامی مقام پر واقع ہے، میں Platinum-Iridium کے بنے ایک مخصوص جسم کی کمیت کو ایک Kilogram کہا جاتا ہے۔ (اِسے ۱۹۸۹ سے تسلیم کیا گیا ہے)

3) Second:۔ "Cesium - 133" کے جوہر کو $9.19263177x10^9$ ارتعاش مکمل کرنے کے لئے جو وقت درکار ہوتا ہے اسے ایک Second کہا جاتا ہے۔ (اِسے ۱۹۶۷ سے تسلیم کیا گیا ہے)

4) Ampere:۔ خلاء میں رکھے گئے دو بے انتہا لمبے متوازی موصل تاروں کا درمیانی فاصلہ 1m ہو اور ان میں سے گزرنے والے یکساں برقی رو کے ذریعے ان کے درمیان $2x10^{-7}$N/m قوت فی لمبائی پیدا ہوتی ہو تو اس برقی رو کی قیمت ایک Ampere ہوتی ہے۔ (اِسے ۱۹۴۸ سے تسلیم کیا گیا ہے۔)

5) Candella:۔ $1.01325x10^5$ N/m^2 دباؤ پر Platinum کے نقطۂ انجماد پر $1/60x10^{-4}m^2$ رقبہ والے مکمل سیاہ جسم کے سطح سے عموماً پیدا ہونے والے نوری حدت کو ایک Candella کہا جاتا ہے۔

OR

Candella، ایک دی ہوئی سمت میں، اُس واسطے کی درخشاں شدت ہے، جو $5.4 X 10^{14}$ Hz تواتر کی یک رنگی شعاعیں خارج کرتا ہے اور جس کی، دی ہوئی سمت میں، اشعاعی شدت 1 / 683 Watt/sterad ہے۔

6) Degree Kelvin:۔ پانی کے نقطۂ تثلیث کے لئے حرحرکیاتی درجہ حرارت کے 1/273.16 کسر کو ایک Degree Kelvin کہا جاتا ہے۔ (اِسے ۱۹۶۷ سے تسلیم کیا گیا ہے)

7) Mole:۔ کسی بھی مرکب کے سالمی وزن کو گرام میں ظاہر کرنے پر جو مقدار حاصل ہوتی ہے اسے ایک Mole کہا جاتا ہے۔

OR

مول کسی نظام میں شئے کی وہ مقدار ہے، جس میں اساسی ہستیوں (عناصر) کی تعداد اُتنی ہے، جتنی 0.012 Kg کاربن-12 میں جوہروں کی تعداد۔ عام طور پر ایک Mole مرکب کا مطلب ہوتا ہے وہ مقدار جس میں جوہروں کی تعداد ہمیشہ $'C'^{12}$ " کے 12gm مقدار میں موجود جوہروں کی تعداد کے برابر ہو، ایک مول میں موجود جوہروں یا سالمات کی مستقل تعداد کو Avogadro's Number کہا جاتا ہے۔ (اِسے ۱۹۷۱ سے تسلیم کیا گیا ہے۔)

ان اکائیوں کے علاوہ S.I نظام میں استعمال ہونے والی دو ضمنی اکائیاں درج ذیل ہوتی ہیں۔

1)Radian:۔ ایک سطح میں موجود دائرے میں، نصف قطر کے مساوی قوس کے ذریعے، دائرے کے مرکز پر تیار ہونے والے زاویہ کو ایک Radian کہا جاتا ہے۔

1) Steradian:۔ کسی کرّے کی سطح پر موجود مربّع کے رقبے کے ذریعے کرّے کے مرکز پر تیار ہونے والے ٹھوس زاویہ کی قیمت ایک Steradian کے برابر ہوتی ہے اگر اس مربع کے ہر ضلع کی لمبائی، کرّے کے نصف قطر کے برابر ہو۔

علامت	نام	بنیادی طبعیٔ مقداریں	S.No.
m	meter	لمبائی(Length)	1
kg	kilogram	کمیت (Mass)	2
S	second	وقت(Time)	3
A	ampere	برقی رو(Electric Current)	4
K	kelvin	درجہ حرارت(Temperature)	5
mol	mole	مادہ کی مقدار(Amount of Substance)	6
cd	candela	نوری حدت (Luminous Intensity)	7

سوال نمبر(8):۔درج ذیل اصلاحات کی وضاحت کیجیے؟

(۱) بنیادی اکائیاں   (۲) ماخوذ اکائیاں

جواب:۔ (۱) بنیادی اکائیاں (Fundamental Units):۔ ایسی طبعیٔ مقداریں (Physical Quantities) جو اپنے اظہار کے لئے دوسری طبعیٔ مقداروں پر منحصر نہ ہوں انھیں بنیادی طبعیٔ مقداریں (Fundamental Physical Quantities) کہا جاتا ہے۔

بنیادی طبعیٔ مقداروں کی پیمائش کے لئے استعمال ہونے والی اکائیوں کو بنیادی اکائیاں (Fundamental Units) کہتے ہیں۔

مثال کے طور پر لمبائی، کمیت اور وقت بنیادی طبعیٔ مقداریں ہیں جو اپنے اظہار کے لئے دوسروں پر منحصر نہیں ہوتی ہیں۔ان بنیادی طبعیٔ مقداروں کی اکائیاں بالترتیب meter،

kilogram اور second ہوتے ہیں، جنھیں بنیادی اکائیاں کہاجاتا ہے۔

Sr. No.	بنیادی طبعیٔ مقداریں	CGSاکائی	MKSاکائی
1	Length-لمبائی	cm.	m.
2	Mass-کمیت	g.	kg.
3	Time-وقت	sec.	sec.

۲) ماخوذ اکائیاں(Derived Units):- ایسی طبعیٔ مقداریں (Physical Quantities) جواپنے اظہار کے لئے بنیادی طبعی مقداروں پر منحصر ہوتی ہوں انھیں ماخوذ طبعیٔ مقداریں (Derived Physical Quantities) کہاجاتا ہے۔

ماخوذ طبعیٔ مقداروں کی پیائش کے لئے استعمال ہونے والی اکائیوں کو ماخوذ اکائیاں (Derived Units) کہاجاتا ہے. مثال کے طور پر کسی گاڑی کی رفتار ہمیشہ اس کے ذریعئے طے ہونے والے فاصلے اور درکار وقت کے تناسب کے برابر ہوتی ہے۔

$$\text{رفتار} = \frac{\text{طے شدہ فاصلہ}}{\text{درکار وقت}}$$

اس تعریف اور ضابطے سے ظاہر ہو تا ہے کہ" رفتار" ایک ایسی طبعیٔ مقدار ہے۔ جواپنے اظہار کے لئے ’’فاصلہ‘‘اور’’وقت‘‘ پر منحصر ہوتی ہے۔ اِسی لئے رفتار کے لئے S.I. نظام میں اکائی m / s ہوتی ہے، جوکہ ایک ماخوذ اکائی ہے۔

Sr. No.	بنیادی طبعیٔ مقداریں	CGSاکائی	MKSاکائی
1	اسراع	cm/s^2	m/s^2
2	معیارحرکت	g.cm/s	kg.m/s
3	قوت	(dyne)=$g.cm/s^2$	(newton)=$kg.m/s^2$
4	کام یاتوانائی	(ergs)=$g.cm^2/s^2$	(joule)=$kg.m^2/s^2$
5	طاقت	ergs / s	(watt) =j / s

سوال نمبر(9):- بین الاقوامی اکائیوں(S. I. Units) کے اظہار کے لئے علاماتی قاعدے (Sign Convevtions) بیان کیجئے۔

جواب:- علاماتی قاعدے(Sign Conventions):

اکائیوں کے بین الاقوامی نظام میں اکائیوں کے اِظہار کیلئے کچھ علاماتی قاعدے بنائے گئے ہیں، جوکہ درج ِ ذیل ہیں۔

(۱) کسی بھی اکائی کو ہمیشہ انگریزی کے ’چھوٹے حروف‘ (Small letter) سے شروع کیا جاتا ہے۔مثال کے طور پر قوت کی اکائی newton لکھی جاتی ہے۔اگر اِس اکائی کو Newton لکھاجائے، تو یہ غلط ہوگا۔

(۲) اگر کوئی اکائی کسی انسان کے نام سے منسوب ہوتو اُس کی علامت کو ہمیشہ انگریزی کے ’بڑے حروف‘ (Capital letter) سے ظاہر کرتے ہیں۔مثال کے طور پر قوت کی اکائی newton ہے، جسے ہمیشہ N سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ اگر اس اکائی کو "n" سے ظاہر کیا جائے، تو یہ غلط ہوگا۔

(۳) اگر کوئی اکائی کسی انسان کے نام سے منسوب نہ ہوتو اُس کی علامت کو ہمیشہ انگریزی کے ’چھوٹے حروف‘ (Small letter) سے ظاہر کرتے ہیں۔ مثال کے طور پر لمبائی کی اکائی metre ہوتی ہے، جسے ہمیشہ m سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ اگر اِس اکائی کو M سے ظاہر کریں تو یہ غلط ہوگا۔

(۴) طبعی مقداروں کی اکائی کو کبھی بھی ’جمع‘ کے صیغہ میں ظاہر نہیں کیا جاتا ہے۔مثال کے طور پر اگر کسی خط کی لمبائی 15 میٹر ہوتو اُسے "15m" سے ظاہر کیا جاتا ہے۔لیکن اگر اُسے "15ms" سے ظاہر کریں تو یہ غلط ہوگا۔

(۵) کسی بھی اکائی کے بعد ’اوقاف کی علامتیں‘ (Punctuation marks) استعمال کئے نہیں جاتے۔مثال کے طور پر اگر کسی جسم کی کیمت 25 کلوگرام ہوتو اُسے 25kg لکھا جائے گا۔لیکن اگر اُسے .25kg لکھاجائے تو یہ غلط ہوگا، کیونکہ اکائی کے بعد "Full Stop" نہیں لگایا جاسکتا۔

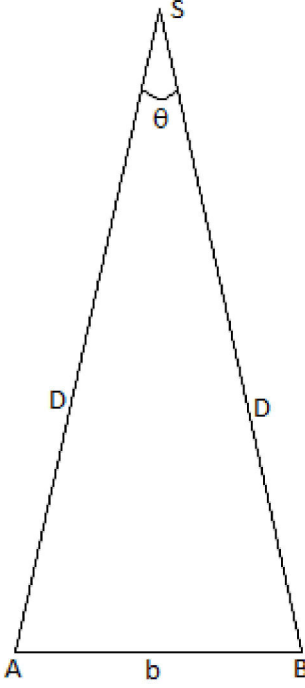
سوال نمبر(10):- لمبائی کی پیائش کے طریقے کی وضاحت کیجئے۔

جواب: لمبائی کی پیائش کا طریقہ(Method of Measurement of Length):-

عام طور پر، لمبائی کی پیائش براہ ِ راست طریقے (Direct Method) سے کی جاتی ہے۔مثال کے طور پر 1mm سے لیکر 1000m تک کی لمبائی کی پیائش کے لئے Metre Scale کو استعمال کیا جاتا ہے۔ 1mm سے لیکر 0.1mm تک کی لمبائی کو بالکل صحیح ناپنے کیلئے Vernier Callipers کا استعمال کرتے ہیں۔اور اگر 0.1mm سے لیکر 0.01mm تک کی پیائش کرنی ہوتو Screw Guage اور Spherometer کا استعمال کیا جاتا ہے۔لیکن اگر لمبائی کی قیمت 0.01mm سے چھوٹی ہو..... یا 1000m ..... سے بڑی ہوتو اُس لمبائی کو ناپنے کیلئے بالواسطہ طریقے (Indirect Methods) کو استعمال کیا جاتا ہے۔

(a) اختلاف ِ منظر طریقہ(Parallax Method):-

لمبی دوریاں جیسے کہ کسی سیارے یا ستارے کی زمین سے دوری معلوم کرنے کیلئے براہِ راست میٹر پیمانے کو استعمال نہیں کیا جاسکتا۔ایسی حالت میں اختلافِ منظر طریقہ استعمال کیا جاتا ہے۔

جب آپ کسی پنسل کو کسی پس منظر (مثلاً دیوار) کے کسی مخصوص نقطے پر اپنے سامنے رکھتے ہیں اور پنسل کو پہلے اپنی بائیں آنکھ A (داہنی آنکھ بند رکھتے ہوئے) سے اور پھر اپنی داہنی آنکھ B (بائیں آنکھ کو بند رکھتے ہوئے) سے دیکھتے ہیں، آپ غور کریں گے کہ پس منظر کے نقطے کے لحاظ سے پنسل کی حالت تبدیل ہوتی دکھائی دیتی ہے۔اِسے اِختلافِ منظر (Parallax) کہا جاتا ہے۔ مشاہدے کے دونقاط کے درمیان دوری کو بنیاد (Basis) کہا جاتا ہے۔ اِس مثال میں آنکھوں کے درمیان کی دوری بنیاد ہے۔

اختلافِ منظر طریقے کے ذریعہ سیارہ S کی دوری D کی پیائش کے لئے، ہم زمین پر اسے دومختلف مقامات (یعنی Observatories) A اور B (جن کے درمیان دوری AB = b ہے) سے ایک ہی وقت پر دیکھتے ہیں جیسا کہ متصل خاکہ میں دکھایا گیا ہے۔ ہم ان دونوں نقاط پر، جن دونوں سمتوں میں سیارہ دیکھا گیا ہے، اُن کے درمیان زاویہ کی پیائش کرتے ہیں۔ اس خاکہ میں زاویہ $\angle ASB = \theta$ کو زاویہ اختلاف منظر (Parallax Angle) کہتے ہیں۔

چونکہ سیارہ بہت زیادہ دوری پر واقع ہے، یعنی $\frac{b}{D} \ll 1$ اور اس لئے زاویہ θ بہت ہی چھوٹا ہے۔

ایسی حالت میں ہم AB کو مرکز S اور نصف قطر D والے دائرہ کی b لمبائی کا قوس مان سکتے ہیں۔ AS= BS نصف قطر، تب $AB = b = D : \theta$ ، جہاں θ ریڈین میں ہے۔

$$D = \frac{b}{\theta}$$

اس ضابطے کو استعمال کرکے زمین کی سطح سے اُس سیارے کی دوری معلوم کی جاسکتی ہے۔

سیارے کی دوری کے تعین کے بعد ہم اسی طریقے کے ذریعے سیارے کا سائز یا زاویائی قطر بھی معلوم کرسکتے ہیں۔اگر کسی سیارے کا قطر d ہے اور اُس کا زاویائی سائز α ہے۔یہاں α وہ زاویہ ہے جو فاصلہ d کے ذریعے زمین کے کسی ایک نقطے پر بنایا گیا ہے۔ تب

$$\alpha = \frac{d}{D}$$

یہاں D کی قیمت معلوم ہونے کی وجہ سے سیارے کا قطر d متعین کیا جاسکتا ہے۔زاویہ α اُن دوسمتوں کے بیچ کا زاویہ ہے جب سیارے کے کسی قطر کے دوانتہائی نقاط کو دوربین کے ذریعے دیکھا جاتا ہے۔

اِس طرح سے اختلافِ منظر طریقے کی مدد سے دور دراز ستاروں کی دوریاں اور اُن کے قطر معلوم کئے جاسکتے ہیں۔

(b) نہایت چھوٹے اجسام کی پیائش: (Measurement of very small objects):۔

کسی بھی مرکب کا سالمہ (Molecule) نہایت ہی چھوٹا جسم ہوتا ہے۔ اِتنے چھوٹے اجسام کی پیائش جرنے کے لئے Screw Guage بھی ناکافی ثابت ہوتے ہیں۔ایسے اجسام کی پیائش کرنے کے لئے عام طور پر خوردبین (Microscope) کا استعمال کیا جاتا ہے۔کسی بھی بصری خوردبین (Optical Microscope) میں بصری روشنی (Visible Light) کو استعمال کیا جاتا ہے۔اِس قسم کی خوردبین کی تحلیلی طاقت (Resolving Power) کا انحصار ہمیشہ استعمال ہونے والی روشنی کے طولِ موج (Wavelength) پر ہوتا ہے۔ اگر عام روشنی کی بجائے، الیکٹران کی شعاع (Electron Beam) کو استعمال کیا جائے تو اُس خوردبین کی تحلیلی طاقت ہزار گنا بڑھ جاتی ہے۔ ایسی مخصوص خوردبین کو الیکٹران خوردبین (Electron Microscope) کہا جاتا ہے۔

سوال نمبر (11): کمیت کی پیائش کے طریقے کی وضاحت کیجئے۔

جواب: کمیت کی پیائش کا طریقہ (Measurement of Mass):۔

کمیت مادے کی ایک بنیادی خصوصیت ہوتی ہے۔اکائیوں کے بین الاقوامی نظام (S. I.) کے مطابق کمیت کی اکائی kilogram ہوتی ہے۔عام جسموں کی کمیت کی پیائش کرنے کیلئے یہ اکائی ایک مناسب اور موزوں اکائی ہے۔لیکن انتہائی حالتوں میں یہ اکائی غیر مناسب محسوس ہوتی ہے۔

جوہر اور سالمات کی کمیت کی پیائش کیلئے kilogram ایک غیر مناسب اکائی ہوتی ہے۔اِسی لئے اِتنے چھوٹے اجسام کی کمیتوں کی پیائش کرنے کیلئے ایک مخصوص اکائی بنائی گئی ہے، جسے متحدہ ایٹمی کمیت اکائی (Unified Atomic Mass Unit) کہا جاتا ہے۔ اِسے عام طور پر "u" سے ظاہر کرتے ہیں۔ اِس کی قیمت ہمیشہ درج ذیل ہوتی ہے۔

" کاربن-12" کے ایک جوہر کی (kg میں) کمیت کا "1 / 12" واں حصہ = 1 u کی قیمت

$1\ u = 1.66 \times 10^{-27}\ kg$ کی قیمت

عام طور پر دستیاب اشیاء کی کمیت معلوم کرنے کیلئے دوکانوں میں استعمال ہونے والا ترازو استعمال کیا جاسکتا ہے۔ بڑی کمیتوں والی اشیاء جیسے سیارے (Planets)، ستارے (Stars)، وغیرہ کی کمیتوں کو معلوم کرنے کیلئے نیوٹن کا مادی کشش کے قانون پر مبنی مادی کشش کے طریقے کے ذریعے ناپی جاسکتی ہیں۔

پورے عالم میں پائی جانے والی اشیاء کی کمیتوں کی سِعت (Range of Masses) کا پیمانہ کافی بڑے پیمانے پر ہے۔ جو کسی الیکٹران کی خفیف کمیت (کلوگرام 10^{-30}) سے موجودہ معلوم مکمل کائنات کی عظیم کمیت (کلوگرام 10^{+55}) تک پھیلی ہوئی ہے۔

سوال نمبر(12):۔وقت کی پیمائش کے طریقے کی وضاحت کیجئے۔

جواب: وقت کی پیمائش کا طریقہ(Measurement of Time):۔

زمین کی محوری گردش(Orbital Motion) کی وجہ سے زمین پر وقت کی پیمائش کا اندازہ لگایا جاسکتا ہے۔اپنے محور پر زمین جب ایک چکر مکمل کر لیتی ہے، تب اُسے ایک شمسی دن(Solar Day) کہا جاتا ہے۔ایک شمسی دن ہمیشہ 24 گھنٹوں پر مشتمل ہوتا ہے۔ایک گھنٹہ(1 Hour) ہمیشہ 60 منٹوں پر مشتمل ہوتا ہےاور ایک منٹ(1 minute) ہمیشہ 60 سیکنڈ کے برابر ہوتا ہے۔ایک سیکنڈ کو وقت کی معیاری اکائی(Standard Unit) کےطور پر قبول کیا گیا ہے۔

کسی بھی وقفہ ِ وقت کی پیمائش کے لئے ہمیں گھڑی(Clock) کی ضرورت ہوتی ہے۔ وقت کی پیمائش کیلئے بہتر معیار کی ضرورت کے تحت جوہری گھڑی(Atomic Clock) کو فروغ دیا گیا ہے۔آج کل ہم وقت کی پیمائش کیلئے جوہری معیار ِ وقت(Atomic Standard of Time) کا استعمال کرتے ہیں، جو کہ سیزیم جوہر میں پیدا ہونے والی دَوری ارتعاش(Periodic Vibrations) پر مبنی ہوتا ہے۔ موجودہ دور میں، وقت کی اکائی کے طور پر سیکنڈ(Second) کو قبول کیا گیا جس کی بنیادی تعریف کچھ اس طرح ہوتی ہے۔

''Cesium - 133'' کے جوہر کو 9.19263177×10^9 ارتعاش مکمل کرنے کے لئے جو وقت درکار ہوتا ہے اسے ایک Second کہا جاتا ہے۔

سیزیم جوہری گھڑیاں نہایت ہی درست وصحیح ہوتی ہیں۔یہ گھڑیاں نقل وحرکت کے لحاظ سے بھی نہایت ہی آسان(Portable) ہوتی ہیں۔نیشنل فزیکل لیباریٹری، نئی دہلی (N. P. L.) میں ہندوستانی معیاری وقت قائم رکھنے کیلئے سیزیم جوہری گھڑی کا استعمال کیا جارہا ہے۔

سوال نمبر(13):۔ابعاد سے کیا مراد ہے؟ مثالوں کے ذریعے ابعاد کی وضاحت کیجیے؟

جواب:۔ابعاد(Dimensions):۔ علم طبعیات میں خاص طور پر تین طبعئی مقداروں (لمبائی، کمیت اور وقت) کو بنیادی طبعئی مقداروں کے طور پر استعمال کرتے ہیں۔اسی لئے کسی بھی ماخوذ طبعئی مقدار کو ظاہر کرنے کے لئے ان ہی تین طبعئی مقداروں کو موازنہ کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔

''کسی بھی ماخوذ طبعئی مقدار کو، بنیادی طبعئی مقداروں کی قوتوں کی شکل میں ظاہر کرنے کے عمل کو ابعاد کہا جاتا ہے۔''

عام طور پر کسی بھی ماخوذ طبعئی مقدار کی ابعاد کو $[L^x, M^y, T^z]$ کی شکل میں ظاہر کیا جاتا ہے۔

مثال کے طور پر

(۱) رفتار(Velocity):۔ کسی جسم کے ذریعے طے شدہ فاصلے اور اسے درکار وقت کے تناسب کو رفتار کہا جاتا ہے۔

رفتار= طے شدہ فاصلہ / درکار وقت

رفتار= $\frac{L}{T}$

رفتار کا بعدی ضابطہ = $[L^1 M^0 T^{-1}]$

۲) اسراع(Acceleration):۔ کسی جسم کے رفتار میں ہونے والی تبدیلی کی شرح کو اسراع کہتے ہیں۔

اسراع= رفتار / وقت

اسراع= طے شدہ فاصلہ / $(\text{وقت})^2$

اسراع کی بعدی ضابطہ ==> $[L^1, M^0, T^{-2}]$

۳) قوت (Force):۔ کسی جسم کی کمیت اور اسراع کے حاصل ضرب کو قوت کہا جاتا ہے۔

قوّت = کمیت x اسراع

قوّت = $[L^0, M^1, T^0] \cdot [L^1, M^0, T^{-2}]$

قوّت کا بعدی ضابطہ = $[L^1, M^1, T^{-2}]$

سوال نمبر(14):۔بعدی ضابطہ(Dimensional Equation) کے استعمال بیان کیجئے۔اور مثالوں کے ذریعے ان کی وضاحت کیجئے؟

جواب:۔بعدی ضابطہ:۔(Dimensional Formula):۔ کسی بھی ماخوذ طبعئی مقدار کو بنیادی طبعئی مقداروں کی قوّتوں کی شکل میں ظاہر کرنے پر جو ضابطہ حاصل ہوتا ہے، اسے بعدی ضابطہ کہتے ہیں۔

بعدی ضابطے کے اہم استعمال درج ذیل ہیں۔

۱) طبعئی مقداروں کے درمیان باہمی تعلق اخذ کرنے کے لئے بعدی ضابطہ استعمال کرتے ہیں

مثال:۔سادہ رقاص کے تجربے سے مشاہدہ کیا جاسکتا ہے کہ

i) سادہ رقاص کی لمبائی (L) بڑھانے پر اس کا دوری وقت (T) کم ہو جاتا ہے۔

ii) اگر زمین کا ثقلی اسراع (g) موجود نہ ہو تو سادہ رقاص کی ارتعاشی حرکت ممکن نہ ہوگی۔

iii) سادہ رقاص کے جسمیہ (Bob) مختلف کمیتوں (m) والے منتخب کئے جاسکتے ہیں۔

ان مشاہدات سے ظاہر ہوتا ہے کہ سادہ رقاص کا دوری وقت (T) ان تین طبعی مقداروں "l"، "g" اور "m" پر منحصر ہوسکتا ہے۔

$$T \alpha\, l^{x}.\, g^{y}.\, m^{z}$$

$$T = K\, l^{x}.\, g^{y}.\, m^{z} \quad \text{---------------(1)}$$

یہاں K ایک غیر بعدی مستقل ہے ۔مساوات (1) میں دونوں جانب تمام طبعی مقداروں کے ابعاد لکھنے پر،

$$[L^{0}M^{0}T^{1}] = K.\, [L^{1}]^{x}.[L^{1}T^{-2}]^{y}.[M^{1}]^{z}$$

$$[L^{0}M^{0}T^{+1}] = K\,[L^{x+y}, M^{z}, T^{-2y}]$$

دونوں طرفین قوتوں کا موازنہ کرنے پر

$$x + y = 0$$
$$z = 0$$
$$-2y = +1$$

$$\therefore y = \frac{-1}{2} \quad , \quad \therefore x = \frac{+1}{2}$$

یہ تمام قیمتیں مساوات (1) میں رکھنے پر۔

$$T = K \cdot l^{1/2} \cdot g^{-1/2} \cdot m^{0}$$

$$\therefore T = K \frac{l^{1/2}}{g^{1/2}}$$

$$\therefore T = K\sqrt{\frac{l}{g}}$$

یہ ضابطہ سادہ رقاص کے دوری وقت (T)، اس کی لمبائی (l) اور ثقلی اسراع (g) کے درمیان تعلق ظاہر کرتا ہے۔درج بالا ضابطہ میں "K" ایک غیر بعدی مستقل ہے جس کی قیمت بعدی تجزیہ (Dimensional Analysis) کی بنیاد پر معلوم نہیں کی جاسکتی۔

۲) کسی طبعی مقدار کے ضابطے کی تصدیق کرنے کے لئے بعدی ضابطے کا استعمال کیا جاتا ہے۔

مثال:۔اگر کسی جسم کی ابتدائی رفتار "u" ہو اور "t" وقت بعد اس کی رفتار "v" ہو جاتی ہو تو اسراع کا ضابطہ درج ذیل ہوتا ہے۔

$$\text{اسراع} = \frac{\text{رفتار کی تبدیلی}}{\text{وقت}}$$

$$a = \frac{v - u}{t}$$

$$\therefore v = u + at$$

اس طبعی ضابطے کی تصدیق کرنے کے لئے بعدی تجزیہ استعمال کیا جاتا ہے۔

$$[M^{0}\, L^{1}\, T^{-1}] = [M^{0}L^{1}T^{-1}] + [M^{0}L^{1}\, T^{-2}].[T^{1}]$$

$$= [M^{0}L^{1}T^{-1}] + [M^{0}L^{1}T^{-1}]$$

$$[M^{0}L^{1}T^{-1}] = [M^{0}L^{1}T^{-1}]$$

L.H.S. = R.H.S.

بعدی تجزیہ کی بنیاد پر دیا گیا طبعی ضابطہ صحیح ثابت ہوا۔

۳) ایک طبعی مقدار کی دو مختلف نظاموں میں اکائیوں کے درمیان تعلق اخذ کرنے کے لئے بعدی ضابطہ استعمال کرتے ہیں۔ (conversion factor معلوم کرنے کیلئے،)

مثال:۔قوّت کی اکائی MKS نظام میں Newton اور CGS نظام میں Dyne کے درمیان تعلق اخذ کرنے کے لئے بعدی تجزیہ کا استعمال ہوتا ہے۔قوّت کی تعریف کے مطابق

قوت = کمیت x اسراع

قوت کی MKS اکائی = Kg x m/s² = Newton

قوت کی CGS اکائی = g x cm/s² = Dynes

1 Newton = 1 Kg. m/s²

= 1000 gm x 100 cm/s²

= 10^{5} gm. cm/s²

= 10^{5} Dynes

اس مثال میں موجود عدد 10^{5} درحقیقت قوت کی اکائیوں نیوٹن اور ڈائن کے درمیان تعلق کو ظاہر کرتا ہے۔اس عدد کو Conversion Factor کہا جاتا ہے۔

سوال نمبر(15):۔قدر کے درجہ سے کیا مراد ہے؟اس کی وضاحت کے لئے مثالیں دیجیے؟

جواب:۔قدر کا درجہ Order of Magnitude:۔

کسی بھی مقدار کو 10 کی قوتوں میں ظاہر کرنے پر جو عدد حاصل ہوتا ہے وہ تقریباً اس مقدار کے مساوی تسلیم کیا جاتا ہے۔ 10 کی قوتوں میں اظہار کرنے والے عدد کو قدر کا درجہ کہا جاتا ہے۔

کسی بھی طبعی مقدار کو [A X 10^n] کی شکل میں ظاہر کیا جاسکتا ہے۔ یہاں $0.5 \le A \le 5$ ہوتا ہے،اور "n" ایک کامل عدد(Integer) ہے۔اِسی کامل عدد کو اُس طبعی مقدار کی قدر کا درجہ کہتے ہیں۔

مثال کے طور پر،(ا):۔زمین ایک کروی جسم ہے، جس کا نصف قطر 6400km ہوتا ہے۔

$$R = 6400km$$
$$\therefore R = 6400,000m$$
$$\therefore R = 0.64 \times 10^7 m$$
$$\therefore Order = 10^7$$

(۲):۔ ایک الیکٹران کا برقی بار(Electric Charge)ہمیشہ 1.6 X 10^{-19} C ہوتا ہے۔

$$e = 1.6 \times 10^{-19} C$$
$$\therefore Order = 10^{-19}$$

(۳):۔ فرض کیجئے کہ، ایک سلاخ کی لمبائی 5m ہے۔

$$L = 5m$$
$$\therefore L = 0.5 \times 10^1$$
$$\therefore Order = 10^1$$

علم طبیعیات میں استعمال ہونے والے چند مخصوص طبعی مقداروں کے لئے قدر کے درجے درج ِ ذیل جدول میں دکھائے گئے ہیں،

Sr. No.	طبعی مقداروں کے نام	Name of Physical Quantity	Order of Magnitude
1	سورج کی کمیت	Mass of the Sun	10^{30} kg
2	زمین کی کمیت	Mass of the Earth	10^{25} kg
3	الیکٹران کی کمیت	Mass of an Electron	10^{-30} kg
4	سورج کا زمین سے فاصلہ	Distance of the Sun from the Earth	10^{11} m
5	زمین کا چاند سے فاصلہ	Distance of the Moon from the Earth	10^{8} m
6	پروٹان کا اوسط قطر	Diameter of the Proton	10^{-15} m
7	مشتعل جوہر کا وقفہ ِ حیات	Life Time of an excited Atom	10^{-8} s

سوال نمبر(16): بامعنی اعداد (Significant Figures) سے کیا مراد ہے،اسے معلوم کرنے کے مختلف قوانین بیان کیجیے؟

جواب:۔ بامعنی اعداد (Significant Figures)

کسی بھی پیائش میں سہو (Errors) شامل ہوتے ہیں۔ لہٰذا کسی بھی پیائش کا نتیجہ اس طرح سے پیش کیا جانا چاہیئے کہ یہ پیائش کس حد تک دقیق ہے،اس کی نشاندہی ہوجائے۔عام طور پر کسی بھی پیائش کا پیش کیا گیا نتیجہ، صرف ایک عدد ہوتا ہے جس میں تمام معتبر ہندسے اور پہلا غیر یقینی ہندسہ شامل ہوتے ہیں۔ کسی عدد کے معتبر ہندسوں اور شامل غیر یقینی ہندسے کو بامعنی ہندسے(Significant Digits) کہتے ہیں۔

مثال کے طور پر،

(ا) اگر ایک سادہ رقاص(Simple Pendulum) کے اہتزاز کا وقت ِ دوران 1.72 s ہو تو اُس میں شامل ہندسے 1 اور 7 معتبر اور یقینی ہیں،لیکن ہندسہ 2 دراصل غیر یقینی ہے۔لہٰذا، پیائش کی گئی قدر میں تین بامعنی ہندسے موجود ہیں۔

(۲) اگر ایک سلاخ(Rod) کی لمبائی 287.5 cm ہو تو اُس میں شامل ہندسے 2، 8 اور 7 یقینی ہیں جبکہ ہندسہ 5 غیر یقینی ہے۔ اِسی لئے اِس پیائش میں بامعنی اعداد چار ہیں۔

درج ِ بالا مثالوں سے ظاہر ہوجاتا ہے کہ کسی بھی پیائش کے نتیجے میں بامعنی ہندسوں سے زیادہ ہندسے لکھنا، غیر ضروری اور گمراہ کن ہوگا۔کیونکہ یہ پیائش کے دقیق ہونے کی حد (Precision) کے بارے میں غلط تصور پیدا کرے گا۔

کسی بھی عدد میں بامعنی ہندسوں کی تعداد معلام کرنے کے کچھ قاعدے ہیں، جن کی تفصیل درج ِ ذیل ہے۔

(۱): سبھی غیر صفر ہندسے(Non-Zero Digits) ہمیشہ بامعنی ہوتے ہیں۔

مثال کے طور پر، عدد 2.308 cm میں چار بامعنی ہندسے موجود ہیں۔

(۲): کن ہی دو غیر صفر ہندسوں کے درمیان پائے جانے والے تمام صفر بھی بامعنی ہوتے ہیں، چاہے اعشاریہ نقطہ کا کوئی بھی مقام ہو اور چاہے اعشاریہ نقطہ ہو یا نہ ہو۔

مثال کے طور پر، عدد 2.308 cm کو بالترتیب 0.02308 m یا 23.08 mm یا 23080µ m لکھا جاسکتا ہے۔لیکن اِن تمام اعداد میں بامعنی ہندسے صرف چار ہی ہیں۔

(۳): اگر کوئی عدد 1 سے چھوٹا ہو تو اعشاریہ نقطہ کے داہنی جانب کے صفر جو پہلے غیر صفر ہندسے کے بائیں جانب ہیں، بامعنی ہندسے نہیں ہوتے ہیں۔

مثال کے طور پر، عدد 0.002308 میں بامعنی ہندسے صرف چار ہی ہیں۔اِس عدد میں بائیں جانب موجود تمام صفر بامعنی نہیں ہیں۔

(۴): کسی بھی ایسے عدد میں جس میں اعشاریہ موجود نہیں ہو، اُس میں ختمی صفر(Terminal Zeros) ہمیشہ بامعنی نہیں ہوتے ہیں۔

مثال کے طور پر، 123m کو 12300 cm یا 123000 mm بھی لکھا جاسکتا ہے۔اِن تمام عددوں میں بامعنی ہندسے صرف تین ہی ہیں۔

(۵): کسی بھی عدد میں، جس میں اعشاریہ نقطہ موجود ہو، اُس میں موجود تمام ختمی صفر(Terminal Zeros) ہمیشہ بامعنی ہوتے ہیں۔

مثال کے طور پر، 3.500 یا 0.06900 اِن دونوں اعداد میں بامعنی ہندسوں کی تعداد چار ہے۔

(۶): اگر دیئے ہوئے بغیر اعشاریہ کے عدد 1 سے بڑے ہوں تو اُس میں موجود تمام ختمی صفر ہمیشہ بامعنی ہندسے نہیں ہوتے ہیں۔

مثال کے طور پر، زمین کا قطر 1.28×10^7 m ہوتا ہے۔ اِس عدد میں 10^7 قدر کا درجہ ہے، جو کہ بامعنی نہیں ہے۔اِسی لئے اِس عدد میں بامعنی ہندسوں کی تعداد صرف تین ہے۔

(۷): اگر دیئے ہوئے اعشاریہ والے عدد 1 سے بڑے ہوں تو اُس میں موجود تمام ختمی صفر بامعنی ہوتے ہیں۔

مثال کے طور پر $4.700 \text{ m} = 4.700 \times 10^2 \text{ cm} = 4.700 \times 10^3 \text{ mm} = 4.700 \times 10^{-3} \text{ km}$

درجِ بالا مثال میں بامعنی ہندسوں کی تعداد صرف چار ہے۔

سوال نمبر (17):۔ درج ذیل اصطلاحات کی وضاحت کیجیے؟

i) صحت (ii) پیائش کے نقائص

جواب:۔ (i) صحت(Accuracy) :۔ کسی بھی طبعیٔ مقدار کی پیائش میں اگر کم سے کم خامی (error) موجود ہو تو اس پیائش کو صحت مند پیائش (Accurate Measurement) کہا جاتا ہے۔اور پیائش کی اس خاصیت کو صحت(Accuracy) کہا جاتا ہے۔

صحت کا تعلق ہمیشہ پیائشی آلہ(Measuring Instrument) سے ہوتا ہے مختلف پیائشی آلات کی صحت مختلف ہوتی ہے۔مثال کے طور پر Meter Scale، Verinier Calliper اور Screw Guage تینوں آلات درحقیقت لمبائی کی پیائش کے لیے استعمال کیے جاتے ہیں۔مگر ان تمام میں Meter Scale کی صحت سب سے کم ہے جبکہ Screw Guage کی صحت سب سے زیادہ ہوتی ہے۔

ii) پیائش کے نقائص(Errors in Measurement) :۔ کسی بھی پیائش کے دوران پائی جانے والی لایقینیت(Uncertainty) کی قیمت کو نقص(error) کہا جاتا ہے۔

علم طبعیٔ میں پیائش کے نقائص کی درج ذیل چار قسمیں ہوتی ہیں۔

۱) تجرباتی نقائص(Experimental Errors):۔ اگر پیائشی آلات کو استعمال کرنے میں غلط تکنیک کو استعمال کریں تو پیائش میں نقص پیدا ہو جاتا ہے،اس قسم کے نقص کو تجرباتی نقص کہتے ہیں۔

تجرباتی نقص درحقیقت پیائشی آلات کو استعمال کرنے والے شخص کی غلطی کا نتیجہ ہوتے ہیں۔مثال کے طور پر متحرک خوردبین(Travelling Microscope) کو استعمال کرتے وقت صحیح طریقے سے Focussing نہ کیا گیا ہو تو پیائش میں نقص پیدا ہو جاتا ہے۔اس قسم کے نقائص کو شخصی نقائص(Personal Errors) بھی کہا جاتا ہے کیونکہ یہ نقائص کا تعلق صرف آلات کو استعمال کرنے والے شخص سے ہوتا ہے۔

۲) منظم نقائص: (Systematic Errors):۔ عام طور پر یہ نقص، پیائشی آلات کے اندر موجود ہوتے ہیں۔مثال کے طور پر اگر کسی Meter Scale کے Divisions صحیح انداز میں ظاہر نہ کئے گئے ہوں تو اس کے استعمال سے یقینی طور پر پیائشی نقص پیدا ہوتا ہے جسے منظم نقص کہتے ہیں۔

۳) بے ترتیب نقائص(Random Errors):۔ یہ مخصوص نقائص غیر متعیّن(Irregular) انداز میں واقع ہوتے ہیں۔اسی لیئے ان نقائص کی قیمت اور علامت دونوں غیر متعیّن ہوتے ہیں۔

۴) ذاتی نقائص(Personal Errors):۔ تجربہ کرنے والے شخص کے ہاتھوں پیدا ہونے والے انسانی نقائص(Human Errors) کو ذاتی نقائص کہا جاتا ہے۔یہ نقائص مختلف اشخاص کیلیئے مختلف ہوتے ہیں۔مثال کے طور پر سادہ رقاص کے تجربہ میں، اہتزاز کی تعداد کو گننے میں پیدا ہونے والے نقص کو ذاتی نقص کہتے ہیں۔

اس قسم کے نقائص کو کم کرنے کا آسان طریقہ یہ ہے کہ طبعیٔ مقدار کی پیائش بار بار کی جائے اور تمام پیائشوں کا اوسط معلوم کر کے اسے استعمال کیا جائے۔

سوال نمبر (18):۔ تجربات میں پیائش کے دوران پیدا ہونے والے مختلف نقائص کے اثر کو کس طرح کم سے کم کیا جاسکتا ہے؟ وضاحت کیجیے۔

جواب: تجربات کے دوران پیدا ہونے والے مختلف نقائص کے اثرات کو کم کرنے کے مختلف طریقے درجِ ذیل ہیں۔

(۱) پیائش کیلیئے ہمیشہ طبعی مقدار کی بہت بڑی 'مقدار' (quantity) لینا چاہیئے۔

(۲) بہت زیادہ تعداد میں Readings لینا چاہیئے،اور اُن تمام کی اوسط قیمت محسوب کرنا چاہیئے۔

(۳) پیائش کیلیئے ایسے آلات استعمال کرنا چاہیئے،جن کے اقل شمارے(Least Count) نہایت ہی کم (چھوٹے عدد) ہوں۔

سوال نمبر (19):۔ درج ذیل اصطلاحات کی وضاحت کیجئے۔

(۱) نقص یا سہو (۲) مطلق نقص (۳) اوسط مطلق نقص
(۴) نسبتی نقص (۵) فی صد نقص

جواب:

(۱) نقص یا سہو (Error):۔

کسی بھی طبعی مقدار کی حقیقی قیمت اور محسوب کی گئی قیمت کے درمیان جوفرق حاصل ہوتا ہے، اُسے نقص یا سہو کہا جاتا ہے۔

کسی بھی طبعی مقدار کی حقیقی قیمت (true value) معلوم نہیں کی جاسکتی۔ اسی لئے اُس طبعی مقدار کی readings کئی بار لیتے ہیں، اور اُن تمام readings کا اوسط محسوب کیا جاتا ہے۔ فرض کیجئے کہ ایک طبعی مقدار کی پیمائش کیلئے "n" مرتبہ readings نوٹ کی گئیں، جن کی قیمتیں بالترتیب $a_1, a_2, ...\ \&\ a_n$ ہیں۔ ایسی حالت میں اوسط قیمت درج ذیل ہوتی ہے،

$$a_{mean} = \frac{a_1 + a_2 + ... + a_n}{n}$$

$$a_{mean} = \frac{\sum_{i=1}^{n} a_i}{n}$$

(۲) مطلق نقص: (Absolute Error):۔

طبعی مقدار کی صحیح قدر اور انفرادی پیمائشی قدر کے درمیان کے فرق کو پیمائش کا مطلق نقص کہا جاتا ہے۔ اِسے عام طور پر $|\triangle\alpha|$ سے ظاہر کرتے ہیں۔ کیونکہ ہم کسی بھی طبعی مقدار کی حقیقی قدر معلوم نہیں کر سکتے، اسی لئے اُس کی اوسط قدر کو ہی صحیح قدر تسلیم کر لیتے ہیں۔ تب انفرادی پیمائش کی قدروں میں پیدا ہونے والے نقائص اس طرح ہیں۔

$$\triangle\alpha_1 = a_{mean} - a_1$$
$$\triangle\alpha_2 = a_{mean} - a_2 ....and,$$
$$\triangle\alpha_n = a_{mean} - a_n$$

(۳) اوسط مطلق نقص (Mean Absolute Error):۔

کسی پیمائش کے دوران حاصل ہونے والے تمام مطلق نقص کے حسابی درمیانے (Arithmatic Mean) کو اُس طبعی مقدار کی قدر میں اوسط یا درمیانہ مطلق نقص کہا جاتا ہے۔ اِسے عام طور پر $\triangle a_{mean}$ سے ظاہر کرتے ہیں۔

اِسی طرح سے، اِس کا حسابی ضابطہ درج ِ ذیل نوعیت کا ہوتا ہے۔

$$\triangle a_{mean} = \frac{\triangle a_1 + \triangle a_2 + ... + \triangle a_n}{n}$$

$$\triangle a_{mean} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \triangle a_i}{n}$$

(۴) نسبتی نقص (Relative Error):۔

کسی بھی طبعی مقدار کی پیائش میں، اوسط مطلق نقص اور اُس طبعی مقدار کی سب سے صحیح قدر کے تناسب کو نسبتی نقص کہا جاتا ہے۔ اس کا ضابطہ درج ِ ذیل ہوتا ہے۔

$$Relative Error = \frac{|\triangle a_{mean}|}{a_{mean}}$$

(۵) فی صد نقص (Percentage Error):۔

کسی بھی طبعی مقدار کی پیائش میں، نسبتی نقص اور 100 کے حاصل ِ ضرب کو فی صد نقص کہا جاتا ہے۔ اِس کا ضابطہ درج ِ ذیل ہے۔

$$Percentage\ \ Error = \frac{|\triangle a_{mean}|}{a_{mean}} \times 100\%$$

☆☆☆

عددی سوالات (Numerical Problems)

سوال نمبر (1):۔ ایک برقی بار q کو مقناطیسی میدان B میں سے v خطی رفتار سے گزارا گیا۔ اُس برقی بار پر عمل کرنے والی قوت F = q. v. B کے برابر ہے، اُس مقناطیسی میدان کا ابعاد حاصل کیجئے۔

جواب: دیا ہوا ہے کہ برقی بار پر عمل کرنے والی مقناطیسی قوت درج ِ ذیل ہے،

$$F = q.v.B$$
$$B = \frac{F}{q.v}$$
$$Dimensions = \frac{\left[L^1M^1T^{-2}\right]}{\left[L^0M^0T^1I^1\right].\left[L^1M^0T^{-1}\right]}$$
$$Dimensions = \left[L^0M^1T^{-2}I^{-1}\right]$$

سوال نمبر(2):۔ کثافت(Density) کے لئے S. I. اکائی اور C. G. S. اکائی کے درمیان تغیراتی ضریب(Conversion Factor) معلوم کیجئے۔

جواب: (a) براہِ راست طریقہ (Direct Method):۔ S. I. نظام میں کثافت کی اکائی kg/m^3 ہوتی ہے، اور C. G. S. نظام میں g / cm^3 ہوتی ہے۔ اور اُس کا ابعاد $[M^1L^{-3}T^0]$ ہوتا ہے۔ فرض کیجئے کہ،

(b): متبادل طریقہ (Alternate Method):۔ S. I. نظام میں کثافت کی اکائی kg/m^3 ہوتی ہے، اور C. G. S. نظام میں g / cm^3 ہوتی ہے۔ اور اُس کا ابعاد $[M^1L^{-3}T^0]$ ہوتا ہے۔ فرض کیجئے کہ،

$$1kg / m^3 = x \times g / cm^3$$
Using the Dimensions of Density,
$$\left[L_1^{-3}M_1^{1}T_1^{0}\right] = x \times \left[L_2^{-3}M_2^{1}T_2^{0}\right]$$
$$\therefore x = \frac{\left[L_1^{-3}M_1^{1}T_1^{0}\right]}{\left[L_2^{-3}M_2^{1}T_2^{0}\right]}$$
$$\therefore x = \left\{\frac{L_1}{L_2}\right\}^{-3} \times \left\{\frac{M_1}{M_2}\right\}^{1} \times \left\{\frac{T_1}{T_2}\right\}^{0}$$
$$\therefore x = \left\{\frac{m}{cm}\right\}^{-3} \times \left\{\frac{kg}{g}\right\}^{1} \times \left\{\frac{\sec}{\sec}\right\}^{0}$$
$$\therefore x = \left\{\frac{10^2 cm}{cm}\right\}^{-3} \times \left\{\frac{10^3 g}{g}\right\}^{1} \times \left\{\frac{\sec}{\sec}\right\}^{0}$$
$$\therefore x = \left\{10^2\right\}^{-3} \times \left\{10^3\right\}^{1}$$
$$x = 10^{-3}$$

سوال نمبر(3):۔ اگر کسی عنصر کا کمیت عدد(Mass Number) کو A سے ظاہر کریں تو اُس کے مرکزے کا نصف قطر درج ِ ذیل ہوتا ہے،

$$R = 1.3 \times 10^{-16} \times A^{1/3}$$

اگر ایک عنصر کیلئے کمیت عدد کی قیمت 216 ہو تو اُس کے نصف قطر کیلئے قدر کا درجہ محسوب کیجئے۔

جواب:۔ دیا ہوا ہے کہ، عنصر کا نصف قطر درج ِ ذیل ہوتا ہے،

$$R = 1.3 \times 10^{-16} \times A^{1/3}$$
$$R = 1.3 \times 10^{-16} \times (216)^{1/3}$$
$$R = 1.3 \times 10^{-16} \times 6$$
$$R = 7.8 \times 10^{-16}$$
$$R = 0.78 \times 10^{-15}$$

اِس سے ظاہر ہوتا ہے کہ دیئے گئے عنصر کیلئے، نصف قطر کا قدر کا درجہ $10^{-15} m$ ہوتا ہے۔

سوال نمبر(4):۔ ایک دھاتی سلاخ کی لمبائی کی پیائش کرنے کیلئے ایک ورنیر کیلیپر کا استعمال کیا گیا، جس کا اقل شارہ 0.01cm ہے۔ لمبائی محسوب کرنے کیلئے چار مختلف readings نوٹ کی گئیں، جو کہ 3.11cm، 3.13cm، 3.14cm اور 3.14cm ہیں۔ اِس پیائش کیلئے سلاخ کی اوسط لمبائی، اوسط مطلق نقص اور فی صد نقص محسوب کیجئے۔

جواب:۔ دیا ہوا ہے کہ،

$$a_1 = 3.11cm, a_2 = 3.13cm, a_3 = 3.14cm, a_4 = 3.14cm$$

(I): اوسط لمبائی(Mean Length):۔

$$a_{mean} = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + a_4}{4}$$

$$a_{mean} = \frac{3.11+3.13+3.14+3.14}{4}$$

$$a_{mean} = \frac{12.52}{4}$$

$$a_{mean} = 3.13cm$$

(۲): اوسط مطلق نقص (Mean Absolute Error):۔

$$\text{Mean Absolute Error} = \frac{|a_1 - a_m| + |a_2 - a_m| + |a_3 - a_m| + |a_4 - a_m|}{4}$$

$$\text{Mean Absolute Error} = \frac{|3.11-3.13| + |3.13-3.13| + |3.14-3.13| + |3.14-3.13|}{4}$$

$$\text{Mean Absolute Error} = \frac{|-0.02| + |0| + |0.01| + |0.01|}{4}$$

$$\text{Mean Absolute Error} = \frac{0.02+0+0.01+0.01}{4}$$

$$\text{Mean Absolute Error} = \frac{0.04}{4}$$

$$\text{Mean Absolute Error} = 0.01cm$$

(۳): فی صد نقص (Percentage Error):۔

$$\text{Percentage Error} = \frac{MeanAbsoluteError}{a_{mean}} \times 100\%$$

$$\text{Percentage Error} = \frac{0.01}{3.13} \times 100\%$$

$$\text{Percentage Error} = 0.3195\%$$

سوال نمبر (5):۔ ایک جسم کی کمیت $m = 60.0 \pm 0.3g$ ہے۔ اگر یہ جسم خطی رفتار $v = 25.0 \pm 0.1cm/s$ سے حرکت کر رہا ہو تو اُس جسم کی توانائی بالحرکت میں پیدا ہونے والی فی صد نقص (Percentage Error) محسوب کیجئے۔

جواب:۔

$$K.E. = \frac{1}{2} m.v^2$$

$$\therefore \text{ Percentage Error in K. E. is given by,}$$

$$\therefore PercentageError = \left(\frac{\triangle m}{m} + \frac{2\triangle v}{v} \right) \times 100\%$$

$$\therefore PercentageError = \left(\frac{0.3}{60.0} + \frac{2 \times 0.1}{25.0} \right) \times 100\%$$

$$\therefore PercentageError = \left(\frac{0.3}{60.0} + \frac{0.2}{25.0} \right) \times 100\%$$

$$\therefore PercentageError = (0.005 + 0.008) \times 100\%$$

$$\therefore PercentageError = (0.013) \times 100\%$$

$$\therefore PercentageError = 1.3\%$$

سوال نمبر (6):۔ اگر قوت، لمبائی اور وقت بنیادی طبعی مقداریں ہوں اور ان کی اکائیاں بالترتیب F، L اور T ہوں تو اس نظام میں کمیت کی اکائی معلوم کیجئے؟

جواب:۔ نیوٹن کے دوسرے قانون کے مطابق۔

قوت = کمیت x اسراع

$$F = m \times a$$

$$\therefore \ a = \frac{F}{a} ----------(1)$$

اسراع کی تعریف کے مطابق،

$$a = \frac{V}{T}$$

$$m = \frac{F}{V/T}$$

$$\therefore \ m = \frac{F \times T}{V} --------(2)$$

رفتار کے تعریف کے مطابق۔

$$V = \frac{L}{T}$$

$$\therefore\ (2) \Rightarrow\ m = \frac{F \times T}{L/T}$$

$$\therefore\ m = \frac{F \times T^2}{L}$$

$$\therefore\ m \Rightarrow \left[F^1, T^2, L^{-1}\right]$$

اس نظام میں کمیت اکائی F, T^2, L^{-1} ہوگی

سوال نمبر(7):۔ طاقت کے ابعاد معلوم کیجئے؟

جواب:۔طاقت(Power):۔کام کرنے کی شرح کو طاقت کہتے ہیں۔

$$\text{طاقت} = \frac{\text{کام}}{\text{واقت}}$$

تمام مقداروں کے ابعاد رکھنے پر

$$\text{طاقت} = \frac{\text{ہٹاؤ} \times \text{وقت}}{\text{واقت}}$$

$$= \frac{[M^1L^1T^{-2}]}{[T^1]}$$

طاقت کے ابعاد $=[M^1, L^2, T^{-3}]$

سوال نمبر (8):۔ درج ذیل اعداد میں Significant Figures معلوم کیجئے؟

(1)Charge of electron = 1.6×10^{-19} C

(2) Mass of electron = 9.1×10^{-31} kg

(3) 010×10^{-4}

(4) $0.310 \times 10^{4-}$

جواب:۔ (1) $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C

اس عدد میں 10^{-19} درحقیقت بے معنی ہے اسی لئے اس عدد کے لئے Significiant Figure صرف ”2“ ہے

(2) $m = 9.1 \times 10^{-31}$ kg

اس عدد میں 10^{-31} درحقیقت بے معنی ہے اسی لئے اس عدد کے لئے Significiant Figure صرف ”2“ ہے

(3) 0.310×10^{-4}

قائدے کے مطابق دیئے گئے عدد کے لئے Significiant Figure صرف ”4“ ہے

(4) $0.310 \times 10^{4-}$

قائدے کے مطابق دیئے گئے عدد کے لئے Significiant Figure صرف ”3“ ہے۔

سوال نمبر(9):۔ اگر کسی جسم کی کمیت کی پیمائش میں پیدا ہونے والا نقص 1% ہو اور اس کی رفتار کی پیمائش میں پیدا ہونے والا نقص 2% ہو تو اس جسم کے خطی معیارِ حرکت کی پیمائش میں پیدا ہونے والا نقص محسوب کیجئے؟

جواب:۔ دیا ہوا ہے کہ

$$\frac{\Delta m}{m} \times 100 = 1\%$$

$$\frac{\Delta v}{v} \times 100 = 2\%$$

$$\frac{\Delta p}{p} \times 100 = ?$$

معیاری حرکت کے تعریف کے مطابق۔

$$p = m \times v$$

$$\therefore\ \frac{\Delta p}{p} = \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta v}{v}$$

دونوں طرفین کو 100 سے ضرب کرنے پر

$$\frac{\Delta p}{p}\times 100 = \frac{\Delta m}{m}\times 100 + \frac{\Delta v}{v}\times 100$$

$$\therefore \quad \frac{\Delta p}{p} = 100 = 1\% + 2\%$$

$$= 3\%$$

∴ معیاری حرکت کی پیمائش میں ہونے والا نقص %3 ہوگا۔

سوال نمبر(10):۔ درج ِ ذیل طبعی مقداروں کیلئے قدر کے درجہ معلوم کیجئے۔

(ا) زمین کا ثقلی اسراع (g) (۲) آفاقی ثقلی مستقل (G) (۳) زمین کی محوری گردش کا دوری وقت (T)

جواب:۔(ا):۔زمین کا ثقلی اسراع (Gravitational Acceleration):۔

زمین کی سطح پر ثقلی اسراع کی قیمت درج ِ ذیل ہوتی ہے۔

$$g = 9.8\ m / s^2$$

اِس عدد کو درج ِ ذیل انداز میں لکھا جا سکتا ہے۔

$$g = 0.98 \times 10^1\ m / s^2$$

اِس سے ظاہر ہوتا ہے کہ اِس عدد کیلئے قدر کا درجہ 10^1 میٹر فی مربع سیکنڈ ہوگا۔

(۲) آفاقی ثقلی مستقل (Universal Gravitational Constant):۔

عالمی ثقلی مستقل (G) کی قیمت درج ِ ذیل ہوتی ہے۔

$$G = 6.67 \times 10^{-11} N.\ m^2 / kg^2$$

اِس عدد کو درج ِ ذیل انداز میں لکھا جا سکتا ہے۔

$$G = 0.667 \times 10^{-10}\ N.\ m^2 / kg^2$$

اِس سے ظاہر ہوتا ہے کہ اِس عدد کیلئے قدر کا درجہ $10^{-10}\ N.m^2 / kg^2$ ہوتا ہے۔

(۳) زمین کی محوری گردش کا دوری وقت (Period of axial rotation of the earth):۔

زمین کی محوری گردش کا دوری وقت (T) کی قیمت درج ِ ذیل ہوتی ہے۔

T = 24 hours

T = 24 X 60 minutes

T = 24 X 60 X 60 seconds

T = 86400 seconds

اِس عدد کو درج ِ ذیل انداز میں لکھا جا سکتا ہے۔

$T = 0.864 \times 10^5$ seconds

اِس سے ظاہر ہوتا ہے کہ اِس عدد کیلئے قدر کا درجہ 10^5 seconds ہوتا ہے۔

سوال نمبر(11):۔درج ِ ذیل اعداد کیلئے بامعنی ہندسے معلوم کیجئے۔

(1):۔ 0.05718

جواب:۔ اِس عدد میں بامعنی ہندسوں کی تعداد 4 ہے۔

(2):۔ 93.26

جواب:۔ اِس عدد میں بامعنی ہندسوں کی تعداد 4 ہے۔

(3):۔ 2.35×10^{-19}

جواب:۔ اِس عدد میں بامعنی ہندسوں کی تعداد 3 ہے۔

(4):۔ 1.3725×10^9

جواب:۔ اِس عدد میں بامعنی ہندسوں کی تعداد 5 ہے۔

سوال نمبر(12):۔ ایک طبعی توازنی آلے (Physical Balance) کے ذریعے، ایک جسم کی کمیت معلوم کی گئی۔ اُس کی مختلف readings درج ِ ذیل ہیں۔

5.04g, 5.06g, 4.97g, 5.00g and 4.93g

اِس پیمائش کے لئے اوسط کمیت ، مطلق نقص اور فی صد نقص محسوب کیجئے۔

جواب:۔**(1)اوسط کمیت:۔** دی گئی readings کیلئے اوسط کمیت کی اوسط قیمت درج ِ ذیل ہوگی۔

$$a_m = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5}{5}$$

$$a_m = \frac{5.04 + 5.06 + 4.97 + 5.00 + 4.93}{5}$$

$$a_m = \frac{25.00}{5}$$

$$a_m = 5.00g$$

(2) مطلق نقص:۔ دی گئی readings کیلئے اوسط کمیت کا مطلق نقص درج ِ ذیل ہوگا۔

$$\text{Mean Absolute Error} = \frac{|a_1 - a_m| + |a_2 - a_m| + |a_3 - a_m| + |a_4 - a_m| + |a_5 - a_m|}{5}$$

$$\text{Mean Absolute Error} = \frac{|5.04 - 5.00| + |5.06 - 5.00| + |4.97 - 5.00| + |5.00 - 5.00| + |4.93 - 5.00|}{5}$$

$$\text{Mean Absolute Error} = \frac{|0.04| + |0.06| + |-0.03| + |0.00| + |-0.07|}{5}$$

$$\text{Mean Absolute Error} = \frac{0.04 + 0.06 + 0.03 + 0.00 + 0.07}{5}$$

$$\text{Mean Absolute Error} = \frac{0.20}{5}$$

$$\text{Mean Absolute Error} = 0.04 \text{ g}$$

دی گئی پیائش کیلئے ،اوسط مطلق نقص کی قیمت 0.04 g حاصل ہوئی۔

(3):۔ فی صد نقص:۔

دی گئی readings کیلئے اوسط کمیت کا فی صد نقص درج ِ ذیل ہوگا۔

$$\text{Percentage Error} = \frac{\text{Mean Absolute Error}}{a_m} \times 100\%$$

$$\text{Percentage Error} = \frac{0.04}{5} \times 100\%$$

$$\text{Percentage Error} = 0.8\%$$

دی گئی پیائش کیلئے، فی صد نقص کی قیمت 0.8% حاصل ہوئی۔

سوال نمبر(13):۔ریڈین اکائی میں زاویہ معلوم کریں(a) ایک ڈگری (1°) (b) ایک منٹ(1') (c) ایک سیکنڈ(1")

جواب:۔ ڈگری اکائی اور ریڈین اکائی کے درمیان درج ِ ذیل تعلق ہوتا ہے۔

$$\pi = 180^o$$

(a) ایک ڈگری:۔

$$180^o = \pi$$

$$1^o = \frac{\pi}{180}$$

$$1^o = \frac{3.142}{180}$$

$$1^o = 0.01746$$

$$1^o = 1.746 \times 10^{-2} rad$$

(b) ایک منٹ:۔

$$1^o = 60'$$

$$\therefore 60' = 1.746 \times 10^{-2} rad$$

$$\therefore 1' = \frac{1.746 \times 10^{-2}}{60} rad$$

$$\therefore 1' = 2.91 \times 10^{-4} rad$$

(c) ایک سیکنڈ:۔

$$1' = 60''$$

$$\therefore 60'' = 2.91\times10^{-4}\,rad$$

$$\therefore 1'' = \frac{2.91\times10^{-4}}{60}\,rad$$

$$\therefore 1'' = 4.8501\times10^{-6}\,rad$$

سوال نمبر(14):۔ سورج کے زاویائی قطر کی پیائش "1920 ہے۔اگر سورج کی زمین سے دوری 1.496×10^{11} m ہوتو سورج کا قطر معلوم کیجئے؟

جواب:۔دیا ہوا ہے کہ،

$$\alpha = 1920''$$

$$\alpha = 1920\times4.85\times10^{-6}\,rad$$

$$\alpha = 9312\times10^{-6}\,rad$$

$$\therefore \alpha = 9.312\times10^{-3}\,rad$$

دیا ہوا ہے کہ سورج اور زمین کا درمیانی فاصلہ $D = 1.496\times10^{11}\,m$ ہے۔ ایسی حالت میں سورج کا قطر درجِ ذیل ہوگا۔

$$d = \alpha \times D$$

$$d = (9.312\times10^{-3})\times(1.496\times10^{11})m$$

$$d = 1.39\times10^{9}\,m$$

سوال نمبر(15):۔ زمین کے کسی قطر کے دو انتہائی نقاط A اور B سے چاند کو دیکھا گیا۔مشاہدہ کی دو سمتوں کے درمیان چاند پر بننے والا زاویہ $\theta = 1^o54'$ ہے۔اگر زمین کا قطر تقریباً $1.276\times10^{7}\,m$ ہوتو زمین اور چاند کے درمیان کی دوری محسوب کیجئے۔

جواب:۔دیا ہوا ہے کہ،

$$\theta = 1^o54'$$

$$\therefore \theta = 114'$$

$$\therefore \theta = 114\times60''$$

$$\therefore \theta = 114\times60\times4.85\times10^{-6}\,rad$$

$$\theta = 33174\times10^{-6}\,rad$$

$$\theta = 3.3174\times10^{-2}\,rad$$

$$b = AB$$

$$b = 1.276 \times 10^{7}\,m$$

زمین اور چاند کے درمیان فاصلہ درجِ ذیل ہوتا ہے۔

$$D = b / \theta$$

$$D = \frac{1.276\times10^{7}}{3.32\times10^{-2}}$$

$$D = 3.84\times10^{8}\,m$$

متبادل انتخابی سوالات (Multiple Choice Questions)

(1) طبعی مقداروں کی پیائش کیلئے ایک معیار(Standard) استعمال کیا جاتا ہے، جسے---------کہا جاتا ہے۔

(a) اکائی (b) ابعاد (c) بامعنی عدد (d) قدر کا درجہ

(2) کسی بھی طبعی ماخوذ طبعی مقدار کو بنیادی طبعی مقداروں کی قوتوں کی شکل میں ظاہر کریں تو اُس ضابطے کو------کہا جاتا ہے۔

(a) اکائی (b) ابعاد (c) بامعنی عدد (d) قدر کا درجہ

(3) اکائیوں کے برطانوی نظام میں، لمبائی کی اکائی-----------ہوتی ہے۔

(a) میٹر (b) فوٹ (c) کلومیٹر (d) میل

(4) بہت بڑی جسامت والے ستاروں یا سیاروں کی دوریاں معلوم کرنے کیلئے استعمال ہونے والے طریقے کو۔۔۔۔۔۔۔کہا جاتا ہے۔

(a) براہ راست طریقہ (b) بالمعکوس طریقہ (c) اختلافِ منظر طریقہ (d) انحرافِ منظر طریقہ

(5) بہت چھوٹی جسامت والے اجسام کی لمبائیوں کی پیمائش معلوم کرنے کیلئے استعمال ہونے والے طریقے کو۔۔۔۔۔۔۔کہا جاتا ہے۔

(a) براہ راست طریقہ (b) بالمعکوس طریقہ (c) اختلافِ منظر طریقہ (d) انحرافِ منظر طریقہ

(6) اکائیوں کے بین الاقوامی (S. I.) نظام میں۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔اکائیوں کو اساسی اکائیوں (Base Units) کے طور پر شامل کیا گیا ہے۔

(a) 3 (b) 5 (c) 7 (d) 9

(7) اکائیوں کے بین الاقوامی (S. I.) نظام میں۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔اکائیوں کو ضمنی اکائیوں (Supplementary Units) کے طور پر شامل کیا گیا ہے۔

(a) 2 (b) 4 (c) 6 (d) 8

(8) قوت (Force) کی اکائیوں Newton اور Dyne کے درمیان تبدیلی ضریب (Conversion Factor) درجِ ذیل ہوتا ہے۔

(a) $1N = 10^5$ dyne (b) $1N = 10^{-5}$ dyne (c) $1N = 10^6$ dyne (d) $1N = 10^{-6}$ dyne

(9) S. I. نظام میں طاقت (Power) کی اکائی۔۔۔۔۔۔۔۔۔ہوتی ہے۔

(a) Newton (b) Joule (c) Watt (d) Pascal

(10) دو خطوط کے درمیان تیار ہونے والے سطحی زاویہ کی (Plane Angle) S. I. اکائی۔۔۔۔۔۔۔۔ہوتی ہے۔

(a) Degree (b) Radian (c) Sterad (d) Farad

(11) مخروط کی مائل سطحوں کے درمیان تیار ہونے والے ٹھوس زاویہ کی (Solid Angle) S. I. اکائی۔۔۔۔۔۔۔۔ہوتی ہے۔

(a) Degree (b) Radian (c) Sterad (d) Farad

(12) کسی بھی جسم کے ذریعے کیئے گئے کام کا ابعاد۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔ہوتا ہے۔

(a) $[L^1, M^1, T^1]$ (b) $[L^1, M^1, T^{-2}]$ (c) $[L^2, M^1, T^{-2}]$ (d) $[L^2, M^2, T^{-2}]$

(13) درجِ ذیل آلات میں سے، سب سے زیادہ اقل شمارہ (Maximum Least Count)۔۔۔۔۔۔۔۔۔کا ہوتا ہے۔

(a) Meter Scale (b) Vernier Calliper (c) Screw Guage (d) یہ تمام

(14) درجِ ذیل آلات میں سے، سب سے کم اقل شمارہ (Minimum Least Count)۔۔۔۔۔۔۔۔۔کا ہوتا ہے۔

(a) Meter Scale (b) Vernier Calliper (c) Screw Guage (d) یہ تمام

(15) عدد 1.3725×10^9 میں بامعنی اعداد کی تعداد۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔ہوتی ہے۔

(a) ایک (b) تین (c) پانچ (d) سات

(16) نور کے طولِ موج (Wavelength) کیلئے مناسب اکائی۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔ہوتی ہے۔

(a) Radian (b) Angstrom (c) Hertz (d) Light Year

(17) زمین اور ستاروں کا درمیانی فاصلہ۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔اکائی میں ظاہر کیا جاتا ہے۔

(a) Radian (b) Angstrom (c) Hertz (d) Light Year

(18) اگر کسی طبعی مقدار کا ابعاد $[L^1, M^1, T^{-1}]$ ہو تو، وہ۔۔۔۔۔۔۔۔۔ہوسکتی ہے۔

(a) قوت (b) خطی معیار حرکت (c) زاویائی معیار حرکت (d) تواتر

(19) کسی بھی آلہ کی صحت اعظم ہوسکتی ہے اگر اُس کے اقل شمارہ (Least Count) کی قیمت۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔ہو۔

(a) اعظم (b) کم سے کم (c) مستقل (d) صفر

(20) اکائیوں کے بین الاقوامی نظام میں، نوری شدت (Luminous Intensity) کی اکائی۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔تسلیم کی گئی ہے۔

(a) Volt / m (b) mol (c) Degree Kelvin (d) Candella

Answer Key for MCQ

Q. No. (1) - (a)	Q. No. (2) - (b)	Q. No. (3) - (b)	Q. No. (4) - (c)	Q. No. (5) - (c)
Q. No. (6) - (c)	Q. No. (7) - (a)	Q. No. (8) - (a)	Q. No. (9) - (c)	Q. No. (10) - (b)
Q. No. (11) - (c)	Q. No. (12) - (c)	Q. No. (13) - (a)	Q. No. (14) - (c)	Q. No. (15) - (c)

Q. No. (16) - (b)　Q. No. (17) - (d)　Q. No. (18) - (b)　Q. No. (19) - (b)　Q. No. (20) - (d)

۲۔	**سمتی اور غیر سمتی مقداریں** **(Scalars and Vectors)**

☆ نصابی نقاط (Syllabus Points)

۱۔غیر سمتی مقداریں (Scalar Quantities)

۲۔سمتی مقداریں (Vector Quantities)

۳۔ سمتیوں کی جمع

۴۔سمتیوں کی تفریق

۵۔سمتیوں کی غیر سمتی ضرب (Scalar Product)

۶۔سمتیوں کی سمتی ضرب (Vector Product)

۷۔ عددی سوالات (Numerical Problems)

vvvvv

تعارف: (Introduction)۔ علم طبیعات کے مطالعہ کے دوران آپ بہت سی طبعئی مقداروں کا مطالعہ کرتے ہیں۔اگر ایک ہی جسم پر دو یا دو سے زیادہ طبعئی مقداریں بیک وقت عمل کرتی ہوں تو ان کا مجموعی اثر یا ماحصل اثر معلوم کرنے کے لئے آپ ان طبعئی مقداروں کی جمع، تفریق، ضرب یا تقسیم کرتے ہیں۔طبعئی مقداروں کی فطرت پر انحصار کرتے ہوئے ہم ان طبعئی مقداروں کو دو قسموں میں تقسیم کر سکتے ہیں۔

(۱)غیر سمتی مقداریں (Scalar Quantities)

(۲)سمتی مقداریں (Vector Quantities)

ان دونوں قسم کی طبعئی مقداروں کی فطرت مکمل طور پر ایک دوسرے سے مختلف ہوتی ہے۔اسی لئے ان کے ماحصل یا مجموعے حاصل کرنے کے لئے مختلف طریقے استعمال کئے جاتے ہیں۔مثال کے طور پر کچھ طبعئی مقداریں صرف ایک 'عدد ' سے ظاہر ہو جاتی ہیں۔ان کا ماحصل عام طور پر انکے مجموعے کے برابر ہوتا ہے۔ان طبعئی مقداروں کو غیر سمتی مقداریں کہا جاتا ہے، کیونکہ ان میں سمت نہیں ہوتی۔لیکن کچھ طبعئی مقداریں ایسی بھی ہوتی ہیں جن کا مکمل اظہار صرف ایک 'عدد ' سے ممکن نہیں ہوتا بلکہ ان میں 'سمت' بھی لازمی طور پر پائی جاتی ہے۔ان تمام طبعئی مقداروں کو سمتی مقداریں کہا جاتا ہے۔ان کا ماحصل یا مجموعہ حاصل کرنے کے لئے کچھ مخصوص طریقے یا قوانین استعمال کئے جاتے ہیں۔

علم طبعیات میں طبعئی مقداروں کی پیائش ایک لازمی جز ہوتی ہے، جو کہ نظریات یا قوانین یا اصولوں کو ثابت کرنے کے لئے استعمال کی جاتی ہیں۔طبعئی مقداروں کی پیائش کے دوران سب سے اہم سوال ان طبعئی مقداروں کی فطرت کا ہوتا ہے۔اسی لئے ان تمام طبعئی مقداروں کو سمتی اور غیر سمتی مقداروں میں تقسیم کیا گیا ہے۔

vvvvv

سوال نمبر(1):۔ سمتی مقداریں اور غیر سمتی مقداروں کی تعریفیں لکھیئے اور ان کی وضاحت کیجئے؟

جواب:۔ سمتی مقداریں(Vectors):۔ ایسی طبعئی مقداریں جن کے مکمل اظہار کے لئے قدر (Magnitude) اور سمت(Direction) دونوں لازمی ہوں، انھیں سمتی مقداریں کہا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر

(۱) ہٹاؤ(Displacement):۔ ایک مخصوص سمت میں جسم کے ذریعے طے شدہ فاصلے کو ہٹاؤ کہا جاتا ہے۔

ہٹاؤ ایک سمتی مقدار ہوتا ہے کیونکہ اس میں قدر اور سمت دونوں موجود ہوتے ہیں۔

(۲) رفتار(Velocity):۔ ہٹاؤ کی تبدیلی کی شرح کو رفتار کہا جاتا ہے۔

رفتار ایک سمتی مقدار ہوتی ہے کیونکہ اس میں قدر اور سمت دونوں موجود ہوتے ہیں۔

(۳) اسراع(Acceleration):۔ رفتار کی تبدیلی کی شرح کو اسراع کہا جاتا ہے۔

اسراع ایک سمتی مقدار ہوتا ہے۔کیونکہ اس میں قدر اور سمت دونوں موجود ہیں۔

(۴) قوت(Force):۔ کمیت اور اسراع کے حاصل ضرب کو قوت کہا جاتا ہے۔

قوّت ایک سمتی مقدار ہوتی ہے کیونکہ اس میں قدر اور سمت دونوں موجود ہوتے ہیں۔

غیر سمتی مقداریں(Scalars):۔ ایسی مقداریں جن کا مکمل اظہار صرف قدر (Magnitude) کے ذریعئے ممکن ہو جاتا ہے اور سمت (Direction) کی کوئی ضرورت نہیں ہوتی انھیں غیر سمتی مقداریں کہتے ہیں۔ مثال کے طور پر

(۱)فاصلہ(Distance):۔ کوئی بھی دو نقاط کے درمیان لمبائی کو فاصلہ کہتے ہیں۔

فاصلہ ایک غیر سمتی مقدار ہوتا ہے کیونکہ اس کا مکمل اظہار صرف قدر یعنی قیمت کے ذریعئے ہو جاتا ہے۔

۲)چال(Speed):۔ فاصلے اور وقت کے تناسب کو چال کہتے ہیں۔

چال ایک غیر سمتی مقدار ہوتی ہے کیونکہ اس کا مکمل اظہار صرف قدر (Magnitude) کے ذریعئے ممکن ہو جاتا ہے۔

۳) کمیت(Mass):۔ کسی بھی جسم میں مادّہ کی مقدار کو کمیت کہتے ہیں۔

کمیت ایک غیر سمتی مقدار ہوتی ہے کیونکہ اس کے مکمل اظہار کے لئے صرف قدر کافی ہوتی ہے۔

۴) حجم(Volume)**:۔** کسی بھی جسم کے ذریعے مکمل طور پر گھیری گئی جگہ(Space) کو حجم کہا جاتا ہے۔

حجم ایک غیر سمتی مقدار ہوتا ہے کیونکہ اسمیں سمت کی کوئی ضرورت نہیں ہوتی۔

سوال نمبر(2) :۔ درج ذیل اصطلاحات کی وضاحت کیجئے۔

(۱) صفر سمتیہ(Zero Vector)

(۲) ماحصل سمتیہ(Resultant Vector)

(۳) منفی سمتیہ(Negative Vector)

(۴) مقامی سمتیہ(Position Vector)

جواب:۔ (۱) صفر سمتیہ (Null Vector)

اگر کسی سمتیہ کی قدر صفر ہو،اور کوئی ایک متعین سمت رکھتا ہو،اُسے صفر سمتیہ کہتے ہیں۔اِسے عام طور پر $\overline{0}$ سے ظاہر کرتے ہیں۔مثال کے طور پر،

(۱) اگر کوئی جسم حالت سکون میں ہو تو اُس کی خطی رفتار ہمیشہ صفر سمتیہ ہوتی ہے۔

(۲) اگر کوئی جسم مستقل رفتار سے حرکت کر رہا ہو تو اُس کا خطی اسراع ہمیشہ صفر سمتیہ ہوتا ہے۔

(۲) ماحصل سمتیہ(Resultant Vector):۔

دو یا دو سے زیادہ سمتیوں کے ماحصل سمتیہ، اُس سمتیہ کو کہا جاتا ہے، جو اُتنا ہی اثر اکیلے پیدا کرتا ہو جتنا کہ وہ تمام سمتیے انفرادی طور پر الگ الگ پیدا کرتے ہوں۔

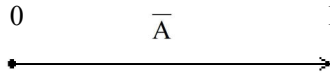
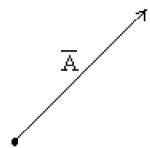
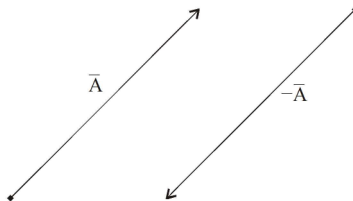
(۳) منفی سمتیہ(Negative Vector):۔

ایک سمتیہ اگر دوسرے سمتیہ سے مکمل طور پر مخالف سمت میں ہو لیکن دونوں کی قدریں مساوی ہوں،تو اُن دونوں سمتیوں کو ایک دوسرے کے منفی سمتیہ کہا جاتا ہے۔

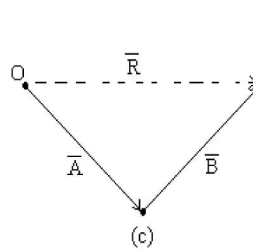
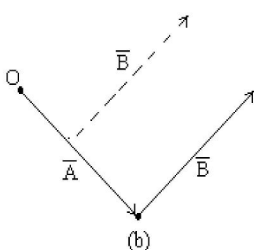
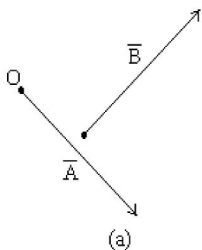
(۴) مقامی سمتیہ(Position Vector):۔

ایسا سمتیہ جو کسی مخصوص نقطے کے مقام کو، کارتیسی محددی نظام کے مبدے(Origin) کی مناسبت سے دکھاتا ہو،اُسے مقامی سمتیہ کہا جاتا ہے۔

سوال نمبر(3) :۔ سمتی مقداروں کے اظہار کے طریقے کی وضاحت کیجئے؟

جواب:۔ سمتی مقدار کا اظہار(Vector Representation)**:۔** کسی بھی سمتی مقدار کو ایک خط کے ذریعے ظاہر کیا جاسکتا ہے اس خط کا ایک سرا نقطۂ آغاز ہوتا ہے اور دوسرا سرا ایک تیر (Arrow head) ہوتا ہے۔تیر کا یہ نشان درحقیقت سمت کو ظاہر کرتا ہے اور اس خط کی کل لمبائی ہمیشہ اس سمتی مقدار کی قدر کو ظاہر کرتی ہے۔

اس خاکہ میں ایک سمتی مقدار کو دکھایا گیا ہے جس کی سمت "O" سے "P" کی جانب ہے۔اس سمتی مقدار کی قدر کو $|\overline{A}|$ سے ظاہر کیا جاتا ہے۔جو کہ اس خط کی لمبائی کے برابر ہوتی ہے۔

دو سمتیہ ایک دوسرے کے برابر ہو سکتے ہیں اگر ان کے قدر اور سمت دونوں یکساں ہوں۔

دو سمتیہ ایک دوسرے کے بالکل مخالف ہو سکتے ہیں اگر ان کی قدر ایک دوسرے کے مساوی ہوں مگر سمت ایک دوسرے سے مخالف۔

سوال نمبر(4) :۔ سمتی مقداروں کی جمع کی وضاحت کیجیے؟

جواب:۔ سمتی مقداروں کی جمع (Vector Addition):۔ اگر $\overline{A}$ اور $\overline{B}$ ایک ہی قسم کے دو مختلف سمتیہ ہوں تو سمتیہ $\overline{A}$ اور $\overline{B}$ کو اس طرح ترتیب دیتے ہیں کہ $\overline{A}$ کا نقطۂ اختتام اور $\overline{B}$ کا نقطۂ آغاز ایک دوسرے سے متصل ہو جائیں۔اس کے بعد $\overline{A}$ کے نقطۂ آغاز اور $\overline{B}$ کے نقطۂ اختتام کو ایک دوسرے سے ملانے پر جو خط تیار ہوتا ہے وہ درحقیقت $\overline{A}$ اور $\overline{B}$ سمتوں کے مجموعہ کو ظاہر کرتا ہے۔

$\overline{A}$ اور $\overline{B}$ سمتوں کا مجموعہ درحقیقت $\overline{R}$ ہوتا ہے جسے Fig.(c) میں دکھایا گیا ہے اور اسے درج ذیل انداز میں لکھا گیا ہے۔

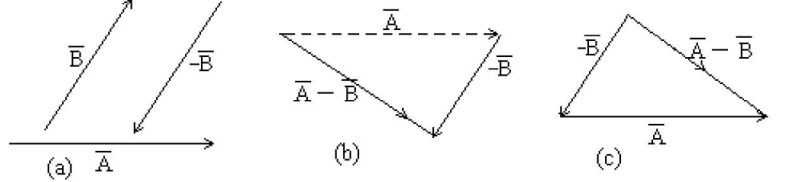
$$\overline{R} = \overline{A} + \overline{B}$$

سمتوں کی جمع کا مثلث کا قانون(Triangle Law of Vector Addition):۔ اگر کسی مثلث کے دو اضلاع دومختلف سمتوں کا ظاہر کرتے ہوں تو مثلث کا تیسرا ضلع ہمیشہ ان دونوں سمتوں کے مجموعہ کوظاہر کرتا ہے۔(تیسرے ضلع کا مجموعی سمتیہ مخالف انداز میں ہوتا ہے۔)

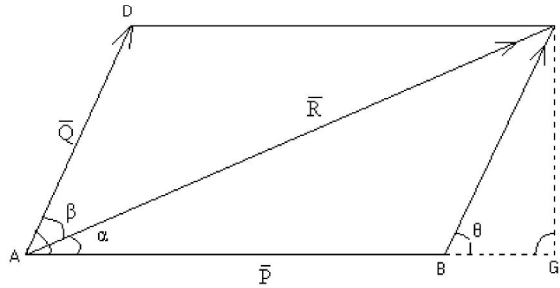
اس بیان کوسمتیوں کی جمع کا مثلث کا قانون کہتے ہیں۔

سوال نمبر(5) :۔ سمتی مقداروں کی تفریق لکھئے؟

جواب:۔ سمتی مقداروں کی تفریق(Subtraction of Vectors):۔ اگر $\overline{A}$ اور $\overline{B}$ ایک ہی قسم کے دومختلف سمتیہ ہوں تو A سمتیہ میں $-\overline{B}$ سمتیہ کوجمع کرنے پر ان دونوں سمتوں کی تفریق حاصل ہوتی ہے۔

$$\overline{A} - \overline{B} = \overline{A} + (-\overline{B})$$

درج بالا خاکہ (b)اور(c) میں Aاور Bسمتیوں کی تفریق کا خاکہ پیش کیا گیا ہے۔

سوال نمبر(6):۔ دومختلف سمتیوں کے ماحصل سمتیہ کی قدر اور سمت دونوں کے لئے فقرہ اخذ کیجیے؟

جواب:۔ ماحصل سمتیہ (Resultant Vector)

فرض کیجئے کہ $\overline{P}$ اور $\overline{Q}$ دوسمتیہ ہیں، جوکہ ایک ہی طبعئی مقدار کوظاہر کرتے ہیں، اور ایک ہی نقطۂ آغاز A سے شروع ہورہے ہیں۔ان دونوں سمتیوں $\overline{P}$ اور $\overline{Q}$ کے درمیان زاوئیہ q ہے۔$\overline{P}$ اور $\overline{Q}$ کوضلعوں کے طور پر استعمال کرکے متوازی الاضلاع تیار کرتے ہیں۔

اس متوازی الاضلاع ABCD میں وتر AC ایک سمتیہ ہے جوکہ سمتیہ $\overline{P}$ اور سمتیہ $\overline{Q}$ کے ماحصل (مجموعہ) کوظاہر کرتا ہے۔جسے $\overline{R}$ سے ظاہر کیا گیا ہے۔

$$\overline{R} = \overline{P} + \overline{Q}$$

نقطہ C سے ایک عموداً نیچے کی جانب خط CG تیار کرتے ہیں۔درج بالا خاکہ میں DACG ایک قائمۃ الزاوئیہ مثلث ہے جسمیں فیثا غورث کے مسلہ کے مطابق،

$$AC^2 = AG^2 + GC^2 \quad \text{--------------(1)}$$

$$AC^2 = (AB + BG)^2 + GC^2$$

$$AC^2 = AB^2 + 2AB.BG + BG^2 + GC^2 \quad \text{---------------(2)}$$

لیکن $BG^2 + GC^2 = BC^2$

$$AC^2 = AB^2 + BC^2 + 2.AB.BG \quad \text{--------------(3)}$$

درج بالا خاکہ میں DBCG میں غور کرنے پر،

$$\cos(\theta) = \frac{BG}{BC}$$

$$BG = BC.\cos(\theta)$$

$$\cos(\theta) = \frac{BG}{BC}$$

$$BG = BC.\cos(\theta)$$

$$\therefore Equ^n (3) \Rightarrow$$

$$AC^2 = AB^2 + BC^2 + 2.AB.BC.\cos(\theta) \quad \text{---------(4)}$$

درج بالا خاکہ سے ظاہر ہوتا ہے کہ،

$$AC = R$$

$$AB = P$$

$$BC = Q$$

مساوات (۴) میں تمام قیمتیں رکھنے پر،

$$R^2 = P^2 + Q^2 + 2.P.Q.\cos(\theta)$$

$$R = \sqrt{P^2 + Q^2 + 2.P.Q.\cos(\theta)}$$

یہ ضابطہ دو سمتیوں $\overline{P}$ اور $\overline{Q}$ کے ماحصل سمتیہ کو ظاہر کرتا ہے۔

اسی طرح سے درج بالا خاکہ میں مثلث ACG میں غور کرنے پر،

$$\tan(\alpha) = \frac{CG}{AG}$$

$$\tan(\alpha) = \frac{CG}{AB+BG}$$

$$\tan(\alpha) = \frac{Q.\sin(\theta)}{P+Q.\cos(\theta)}$$

$$\alpha = \tan^{-1}\{\frac{Q.\sin(\theta)}{P+Q.\cos(\theta)}\}$$

سوال نمبر (7) :۔ درج ذیل اصطلاحات کی وضاحت کیجیے؟

۱) اکائی سمتیہ ۲) غیر سمتیہ ضرب ۳) سمتی مقداری ضرب

جواب:۔ (۱) اکائی سمتیہ (Unit Vector):۔ ایسا سمتیہ جسکی قدر اکائی ہو، اسے اکائی سمتیہ کہتے ہیں۔

اگر $\overline{A}$ کوئی سمتیہ ہو تو اس کی قدر $|\overline{A}|$ ہوتی ہے۔ ایسی حالت میں سمتیہ $\overline{A}$ کی سمت پایا جانے والا اکائی سمتیہ $\frac{\overline{A}}{|\overline{A}|}$ ہوتا ہے۔

اگر $\overline{A} = xi + yj + zk$ ہو تو اس حالت میں اکائی سمتیہ درج ذیل ہوتا ہے۔

$$\overline{e} = \frac{\overline{A}}{|\overline{A}|} = \frac{xi + yj + zk}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}} : \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

(۲) غیر سمتی ضرب (Scalar Product):۔ اگر $\overline{A}$ اور $\overline{B}$ دو مختلف سمتیے ہوں تو ان کے درمیان ضرب درج ذیل ضابطے کے مطابق کی جاتی ہے۔

$$\overline{A}\, o\, \overline{B} = |\overline{A}|\, o\, |\overline{B}|\, o \cos\theta$$

یہاں q ایک زاویہ ہے جو سمتیہ $\overline{A}$ اور $\overline{B}$ کے درمیان موجود ہے۔

اگر $\overline{A} = x_1 i + y_1 j + Z_1 k$

اور $\overline{B} = x_2 i + y_2 j + Z_2 k$

ہو تو $\overline{A}\, o\, \overline{B} = (x_1 i + y_1 j + z_1 k)\, o\, (x_2 i + y_2 j + z_2 k)$

$$\overline{A}\, o\, \overline{B} = (x_1 x_2) + (y_1 y_2) + (z_1 z_2)$$

$\overline{A}$ ااور $\overline{B}$ سمتیوں کی اسطرح ضرب کرنے پر حاصل ہونے والی طبعی مقدار صرف ایک عدد ہوتی ہے۔ جس میں سمت لازمی نہیں ہوتی۔ کیونکہ حاصل ضرب غیر سمتی مقدار ہوتا ہے۔ اسی لئے اس قسم کی ضرب کو غیر سمتی ضرب کہا جاتا ہے۔

۳) سمتی مقداری ضرب (Vector Product):۔ اگر $\overline{A}$ اور $\overline{B}$ دو مختلف سمتیہ ہوں تو انکے درمیان سمتی مقداری ضرب درج ذیل ضابطے کے مطابق کی جاتی ہے۔

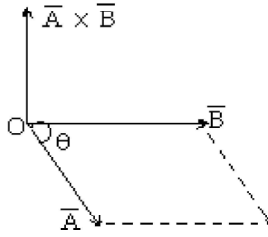
$$\overline{A} \times \overline{B} = |\overline{A}| \cdot |\overline{B}| \cdot \sin\theta \cdot \overline{n}$$

یہاں q ایک زاویہ ہے جو $\overline{A}$ اور $\overline{B}$ کے درمیان موجود ہے اور n ایک اکائی سمتیہ ہے جو A اور B دونوں کی سمتوں سے عموماً ہوتا ہے۔ اسی لئے اس اکائی سمتیہ کو عمودی سمتیہ (Normal Vector) کہا جاتا ہے۔

اگر $\overline{A} = x_1 i + y_1 j + z_1 k$

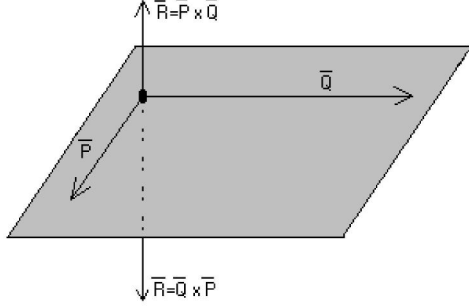
اور $\overline{B} = x_2 i + y_2 j + z_2 k$

$$\overline{A} \times \overline{B} = \begin{vmatrix} i & j & k \\ x_1 & y_1 & z_1 \\ x_2 & y_2 & z_2 \end{vmatrix}$$

$$\overline{A} \times \overline{B} = i(y_1 z_2 - z_1 y_2) - j(x_1 z_2 - z_1 x_2) + k(x_1 y_2 - y_1 x_2)$$

$\overline{A}$ اور $\overline{B}$ سمتوں کی اسطرح ضرب کرنے پر حاصل ہونے والی طبعئی مقدار ہمیشہ ایک سمتی مقدار ہوتی ہے۔اسی لئے اس ضرب کو سمتی مقداری ضرب (Vector Product) کہا جاتا ہے۔

سوال نمبر(8):۔دو سمتیوں کے درمیان سمتی مقداری ضرب(Vector Product)کے لئے سیدھے ہاتھ۔اسکرو کے قاعدہ کی وضاحت کیجیے؟

جواب:۔سیدھے ہاتھ۔اسکرو کا قاعدہ (Right Hand Screw Rule)

ں کے مشترکہ نقطۂ آغاز سے عموداً گزرنے والے تصوراتی محور کو سیدھے ہاتھ میں اس طرح پکڑیں کہ انگلیاں گھمی ہوئی ہوں اور انگوٹھا باہر نکلا ہوا ہو تو گھمی ہوئی انگلیاں اسکرو کی گردشی حرکت کی سمت کو ظاہر کرتی ہیں اور باہر نکلا ہوا انگوٹھا ماحصل سمتیہ کی سمت کو ظاہر کرتا ہے۔

اس قاعدے سے پتہ چلتا ہے کہ اگر کسی اسکرو کو گھڑیالی انداز میں گھمایا جائے تو سمتیہ $\overline{R}$ کی سمت عموداً اندر کی جانب ہوتی ہے اور اگر اسکرو کو مخالف گھڑیالی انداز میں گھمایا جائے تو سمتیہ $\overline{R}$ کی سمت عموداً باہر کی جانب ہوتی ہے۔اس طرح سے $\overline{R}$ ہمیشہ $\overline{P}$ اور $\overline{Q}$ کی سطح سے عموداً عمل کرتا ہے۔

سوال نمبر(9):۔سمتیوں کے اجزائے تحلیلی کی وضاحت کیجیے۔

جواب:۔سمتیوں کے اجزائے تحلیلی(Resolution of Vectors):۔

کسی بھی سمتیہ کو اُس کے اجزاء میں تقسیم کرنے کے عمل کو اجزائے تحلیلی (Resolution) کہا جاتا ہے۔

یہاں استعمال کئے گئے اجزا R_x اور R_y کو بالترتیب اُفقی جُز (Horizontal Component) اور عمودی جُز (Vertical Component) کہا جاتا ہے۔اور زاویہ θ کو سمتیہ $\vec{R}$ کی سمت (Direction of Vector) کہا جاتا ہے۔

درج بالا خاکہ میں $\triangle OAP$ ایک قائمۃ الزاویہ مثلث ہے، جس میں غور کرنے پر،

$$Sin(\theta) = \frac{R_y}{R}$$
$$\therefore R_y = R.Sin(\theta)$$

اِسی طرح سے،

$$Cos(\theta) = \frac{R_x}{R}$$
$$\therefore R_x = R.Cos(\theta)$$

درجِ بالا دونوں مساواتوں کا مربع کر کے مجموعہ لینے پر،

$$R_x^2 + R_y^2 = R^2.\cos^2(\theta) + R^2.\sin^2(\theta)$$
$$R_x^2 + R_y^2 = R^2.(\cos^2(\theta) + \sin^2(\theta))$$
$$R_x^2 + R_y^2 = R^2$$
$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

اِسی طرح سے سمتیہ $\overline{R}$ کی سمت بھی معلوم کی جاسکتی ہے۔

$$\frac{R_y}{R_x} = \frac{R.\sin(\theta)}{R.\cos(\theta)}$$
$$\frac{R_y}{R_x} = \tan(\theta)$$
$$\theta = \tan^{-1}(\frac{R_y}{R_x})$$

☆☆☆☆☆

☆☆

☆

عددی سوالات (Numerical Problems)

سوال نمبر(1) :۔ اگر $\overline{A} = i + 2j + 3k$ اور $\overline{B} = 2i + 3j + 5k$ ہو تو $\overline{A}$ اور $\overline{B}$ کے غیر سمتی ضرب اور سمتی مقداری ضرب حاصل کیجئے۔

غیر سمتی ضرب (Scalar Product):۔

دیا ہوا ہے کہ

اگر $\overline{A} = i + 2j + 3k$

اور $\overline{B} = 2i + 3j + 5k$

$A \cdot B = ?$

$$\overline{A}\, o\overline{B} = (x_1x_2) + (y_1y_2) + (z_1z_2)$$
$$\overline{A}\, o\overline{B} = (1\cdot 2) + (2\cdot 3) + (3\cdot 5)$$
$$\overline{A}\, o\overline{B} = 2 + 6 + 15$$
$$\overline{A}\, o\overline{B} = 23$$

سمتی مقداری ضرب (Vector Product):۔

اگر $\overline{A} = i + 2j + 3k$

اور $\overline{B} = 2i + 3j + 5k$

$\overline{A} \times \overline{B} = ?$

$$\overline{A} \times \overline{B} = \begin{vmatrix} i & j & k \\ 1 & 2 & 3 \\ 2 & 3 & 5 \end{vmatrix}$$

$$\overline{A} \times \overline{B} = i[(2 \times 5) - (3 \times 3)] - j[(1 \times 5) - (3 \times 2)] + k[(1 \times 3) - (2 \times 2)]$$
$$\overline{A} \times \overline{B} = i[10 - 9] - j[5 - 6] + k[3 - 4]$$
$$\overline{A} \times \overline{B} = i[1] - j[-1] + k[-1]$$
$$\overline{A} \times \overline{B} = i + j - k$$

سوال نمبر(2):۔ بارش کی بوندیں عموداً نیچے کی جانب 35 m/s کی رفتار سے آ رہی ہیں اور مشرق سے مغرب کی سمت ہوائیں 12 m/s کی رفتار سے چل رہی ہیں۔ کسی مقام پر کھڑا ہوا شخص اپنی چھتری کو کس سمت میں پکڑ کر کھڑا رہے گا؟

جواب: دیئے گئے مسئلہ کا سمتی خاکہ (Vector Diagram) درج ذیل ہیں

دیا ہوا ہے کہ

$V_\omega = 35$ m/s

$V_r = 12$ m/s

$\alpha = ?$

فرض کیجئے کہ V_ω اور V_r کا حاصل R ہے

$$\therefore R = \sqrt{V_r^2 + V_\omega^2}$$
$$= \sqrt{35^2 + 12^2}$$
$$\therefore \; = \sqrt{1369}$$
$$\therefore R = 37 \text{ s/m}$$

اگر عمودی ماحصل کے ذریعے تیار ہونے والا زاویہ " α " ہو تو ------

$$\tan t \propto = \frac{V\omega}{Vr}$$
$$\tan t \propto = \frac{12}{35} = 0.342857$$
$$\therefore \quad \propto = 19^\circ$$

سوال نمبر(3):۔ ایک جسم پر عمل کرنے والی قوت $\bar{F} = 2i - 5j$ ہے جس کی وجہ سے اس جسم میں پیدا ہونے والا ہٹاؤ $\bar{S} = 5i - 5j + 3k$ ہے جسم کے ذریعے ہونے

والا کا محسوب کیجئے؟

جواب:۔ دیا ہوا ہے کہ

$$\bar{F} = 2\,i - 5\,j$$

$$\bar{S} = 5\,i - 2j + 3k$$

$$W = ?$$

$$W = \bar{F} \circ \bar{S}$$

$$W = (F_X \times S_X) + (F_y \times S_y) + (F_Z \times S_Z)$$

$$W = (2 \times 5) + (-5 \times -2) + (0 \times 3)$$

$$\therefore W = 10 + 10 + 0$$

$\therefore W = 20$ اکائی

سوال نمبر(4):۔ اگر $\bar{A} = 4i - j + 3k$ اور $\bar{B} = 2\,i - j + 2k$ ہوں تو $\bar{A}$ اور $\bar{B}$ کی سطح سے عموداً اکائی Unit vector معلوم کیجئے؟

جواب:۔ فرض کیجئے کہ $\bar{A}$ اور $\bar{B}$ کی عموداً اکائی $\bar{r}$ سمتیہ ہے

$$\therefore \bar{A} \times \bar{B} = A.B \sin\theta \,.\, \bar{r}$$

$$\therefore \bar{r} = \frac{\bar{A} \times \bar{B}}{A.B.\sin\theta} - - - - - (1)$$

فرض کیجئے کہ

$$C = A.B.\sin\theta$$

$$\therefore (1) \Rightarrow$$

$$\bar{r} = \frac{\bar{A} \times \bar{B}}{C} - - - - - (2)$$

Vector Product کے ضابطہ کے مطابق

$$\bar{C} = \bar{A} \times \bar{B} = \begin{vmatrix} i & j & k \\ A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix}$$

$$\bar{C} = \begin{vmatrix} i & j & k \\ 4 & -1 & 3 \\ -2 & 1 & -2 \end{vmatrix}$$

$$\therefore \bar{C} = i\,(2 - 3) - j\,(-8 + 6) + K\,(4 - 2)$$

$$\therefore \bar{C} = \bar{A} \times \bar{B} = -i + 2j + 2k$$

$$\therefore |\bar{C}| = \sqrt{(-1)^2 + (2)^2 + (2)^2}$$

$$\therefore C = \sqrt{1 + 4 + 4}$$

$$\therefore C = \sqrt{9}$$

$$\therefore C = 3$$

تمام قیمتیں مساوات (2) میں رکھنے پر

$$\bar{r} = \frac{-i + 2j + 2k}{3}$$

$$\therefore \bar{r} = \left(\frac{-1}{3}\right)i + \left(\frac{2}{3}\right)j + \left(\frac{2}{3}\right)k$$

سوال نمبر(5):۔ اگر $\bar{P} = 3i + 6j + 5k$ اور $\bar{Q} = 3i + 4j + 5k$ ہو تو $\bar{P}$ اور $\bar{Q}$ سمتوں کے درمیان تیار ہونے والا زاویہ محسوب کیجئے؟

جواب:۔ دیا ہوا ہے کہ

$$\bar{P} = 3i + 6j + 5k$$

$$\bar{Q} = 3i + 4j + 5k$$

$$\bar{Q} = ?$$

Dot Product کی تعریف کے مطابق۔

$$\overline{P} o \overline{Q} = P.Q.\cos\theta$$

$$\therefore \cos\theta = \frac{\overline{P} o \overline{Q}}{P.Q} -------(1)$$

$$\overline{P} o \overline{Q} = (3i + 6j + 5k) o (3i + 4j - 5k)$$

$$\therefore \overline{P} o \overline{Q} = (3\times3) + (6\times4) + (5\times-5)$$

$$= 9 + 24 - 25$$

$$\therefore \overline{P} o \overline{Q} = 8$$

$$\therefore |\overline{P}| = P = \sqrt{(3)^2+(6)^2+(5)^2}$$

$$\therefore P = \sqrt{9+36+25}$$

$$\therefore P = \sqrt{70}$$

$$\therefore P = 8.36$$

$$\therefore |\overline{Q}| = \overline{Q} = \sqrt{(3)^2+(4)^2+(-5)^2}$$

$$\therefore \overline{Q} = \sqrt{9+16+25}$$

$$\therefore \overline{Q} = \sqrt{50}$$

$$\therefore \overline{Q} = 7.07$$

تمام مساواتیں (1) میں رکھنے پر۔۔۔

$$\cos\theta = \frac{8}{8.36\times7.07}$$

$$\cos\theta = 0.135$$

$$\therefore \theta = \cos^{-1}(0.135)$$

$$\therefore \theta = 82.2^{o}$$

سوال نمبر(6):۔ دو سمتیوں $\vec{P}$ اور $\vec{Q}$ کی قدریں بالترتیب 3 units اور 4 units ہیں۔ اگر اُن کے درمیان بننے والے زاویہ 30^{o} پیمائش کا ہو تو، اِن دونوں سمتیوں کا ماحصل سمتیہ $\vec{R}$ کی قدر اور سمت دونوں معلوم کیجئے۔

جواب: دو مختلف سمتیوں کا ماحصل سمتیہ درج ذیل ضابطہ سے ظاہر کیا جاتا ہے،

$$R = \sqrt{P^2 + Q^2 + 2PQ.\cos(\theta)}$$

$$R = \sqrt{3^2 + 4^2 + 2\times3\times4.\cos(30^{o})}$$

$$R = \sqrt{9+16+24.0.8660}$$

$$R = \sqrt{9+16+24\times0.8660}$$

$$R = \sqrt{9+16+20.784}$$

$$R = \sqrt{45.784}$$

$$R = 6.766\ Units$$

اِسی طرح سے دونوں سمتیوں کے درمیان تیار ہونے والا زاویہ درج ِ ذیل ہوگا۔

$$\alpha = \tan^{-1}\left\{\frac{Q.\sin\theta}{P+Q.\cos\theta}\right\}$$
$$\alpha = \tan^{-1}\left\{\frac{4.\sin 30^o}{3+4.\cos 30^o}\right\}$$
$$\alpha = \tan^{-1}\left\{\frac{4\times 0.5000}{3+4\times 0.8660}\right\}$$
$$\alpha = \tan^{-1}\left\{\frac{2}{3+3.464}\right\}$$
$$\alpha = \tan^{-1}\left\{\frac{2}{6.464}\right\}$$
$$\alpha = \tan^{-1}\{0.3094\}$$
$$\alpha = 17^o - 12'$$

سوال نمبر(7):۔ دونقاط A اور B کے محدد بالترتیب (2, -1, 3) اور (4, 2, 5) ہیں۔سمتیہ AB معلوم کیجئے۔

جواب: ۔ نقطہ A کا مقامی سمتیہ درج ذیل ہوتا ہے،

$$\overrightarrow{OA} = 2i + (-1)j + 3k$$
$$\therefore \overrightarrow{OA} = 2i + -j + 3k$$

اِسی طرح سے نقطہ B کا مقامی سمتیہ درج ذیل ہوتا ہے،

$$\overrightarrow{OB} = 4i + 2j + 5k$$

دونوں نقاط A اور B کے درمیان تیار ہونے والا سمتیہ درج ذیل ہوگا،

$$\overrightarrow{AB} = \overrightarrow{OB} - \overrightarrow{OA}$$
$$\overrightarrow{AB} = (4i + 2j + 5k) - (2i - j + 3k)$$
$$\overrightarrow{AB} = 2i + 3j + 2k$$

سوال نمبر(8):۔ دو مختلف قوتیں بالترتیب $\overrightarrow{F_1}$ اور $\overrightarrow{F_2}$ ہیں۔دونوں ایک دوسرے کے ساتھ 60^o زاویہ کے ساتھ جھکے ہوئے ہیں۔دونوں قوتوں کی قدریں 5N ہیں۔اگر یہ دونوں قوتیں ایک ہی جسم پر عمل کررہی ہوں تو اُس جسم پر عمل کرنے والی ماحصل قوت محسوب کیجئے۔

جواب:۔دی ہوئی قیمتوں کو ضابطہ میں استعمال کرنے پر،

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2.\cos(\theta)}$$
$$R = \sqrt{5^2 + 5^2 + 2\times 5\times 5.\cos(60^o)}$$
$$R = \sqrt{25 + 25 + 50\times 0.5}$$
$$R = \sqrt{50 + 25}$$
$$R = \sqrt{75}$$
$$R = 8.66025\ N$$

سوال نمبر(9):۔ ایک قوت $\overrightarrow{F} = 4i + 6j + 3k$ کا عمل ایک ذرے پر کیا گیا،جس کی وجہ سے اُس ذرے میں پیدا ہونے والا ہٹاؤ $\overrightarrow{S} = 2i + 3j + 5k$ حاصل ہوا۔اگر قوت کو نیوٹن میں اور ہٹاؤ کو میٹر میں ظاہر کیا گیا ہو تو کیا گیا کام محسوب کیجئے۔

جواب:۔دیا ہوا ہے کہ،

$$\overrightarrow{F} = 4i + 6j + 3k$$
$$\overrightarrow{S} = 2i + 3j + 5k$$
$$W = ?$$

قوت اور ہٹاؤ کے درمیان Dot Product ہمیشہ کئے گئے کام کے برابر ہوتا ہے،

$$\overrightarrow{F} = 4i + 6j + 3k$$
$$\overrightarrow{S} = 2i + 3j + 5k$$
$$W = \overrightarrow{F} \circ \overrightarrow{S}$$
$$W = (4i + 6j + 3k) \circ (2i + 3j + 5k)$$
$$W = 8 + 18 + 15$$
$$W = 41J$$

سوال نمبر(10):۔ اگر $\vec{P} = 2i + 3j + 4k$ ہو اور $\vec{Q} = 3i + 2j - 2k$ ہوں تو $\vec{P}$ اور $\vec{Q}$ سمتیوں سے تیار ہونے والے متوازی الاضلاع کا رقبہ محسوب کیجئے۔

جواب:۔ دئے ہوئے سمتیہ درج ذیل ہیں،

$$\vec{P} = 2i + 3j + 4k$$
$$\vec{Q} = 3i + 2j - 2k$$

اِن دونوں سمتیوں کے درمیان Cross Product درج ذیل ہوگا۔

$$\vec{P} \times \vec{Q} = \begin{pmatrix} i & j & k \\ 2 & 3 & 4 \\ 3 & 2 & -2 \end{pmatrix}$$
$$\vec{P} \times \vec{Q} = i(-6-8) - j(-4-12) + k(4-9)$$
$$\vec{P} \times \vec{Q} = -14i + 16j - 5k$$

تیار ہونے والے متوازی الاضلاع (Parallelogram) کا رقبہ درج ذیل ہوتا ہے۔

$$\text{Area of Parallelogram} = |\vec{P} \times \vec{Q}|$$
$$\text{Area of Parallelogram} = \sqrt{(-14)^2 + (16)^2 + (-5)^2}$$
$$\text{Area of Parallelogram} = \sqrt{196 + 256 + 25}$$
$$\text{Area of Parallelogram} = \sqrt{477}$$
$$\text{Area of Parallelogram} = 21.8403 \text{ m}^2$$

سوال نمبر(11):۔ سمتیوں 2i - 2j + k اور 2i - k کے ساتھ کس سمتیہ کو جمع کرنا ہوگا، تا کہ حاصل ہونا سمتیہ، منفی Y- axis کی سمت میں اکائی سمتیہ ہو؟

جواب:۔ Y-axis کی مثبت سمت میں پائے جانے والے اکائی سمتیہ کو +j کہا جاتا ہے، اِسی لئے اُس کی منفی سمت میں پائے جانے والے اکائی سمتیہ کی قیمت J - ہوگی۔

فرض کیجئے کہ مطلوبہ سمتیہ A ہے۔

(2i -2j +k) + (2i - k) + A = - j

(4i -2j) + A = - j

A = - 4i + 2j - j

A= - 4i + j

یہ مطلوبہ سمتیہ ہوگا۔

سوال نمبر(12):۔ اگر $\vec{P} = i - 3j + 4k$ اور $\vec{Q} = mi - 6j + 8k$ ایک دوسرے سے متوازی سمتیہ ہوں، تو m کی قیمت محسوب کیجئے؟

جواب:۔دئے گئے سمتیہ درج ذیل ہیں۔

$$\vec{P} = i - 3j + 4k \text{ اور } \vec{Q} = mi - 6j + 8k$$

دونوں سمتیے ایک دوسرے سے متوازی ہیں، یعنی اُن کی سمت ایک ہی ہے۔اِسی لئے اُن کے ضریبوں کا تناسب مساوی ہوگا۔

$$\frac{P_x}{Q_x} = \frac{P_y}{Q_y} = \frac{P_z}{Q_z}$$
$$\frac{1}{m} = \frac{-3}{-6} = \frac{4}{8}$$
$$\frac{1}{m} = \frac{1}{2}$$
$$\therefore m = 2$$

سوال نمبر(13):۔اگر $\vec{A} = 3i + 2j + 3k$ اور $\vec{B} = i - j + 2k$ ہوں تو $\vec{A}$ اور $\vec{B}$ کے درمیان تیار ہونے والا زاویہ محسوب کیجئے۔

جواب:۔دیا ہوا ہے کہ

$$\vec{A} = 3i + 2j + 3k$$

$$\vec{B} = i - j + 2k$$

$$\theta = ?$$

$\vec{A}$ اور $\vec{B}$ کے درمیان Dot Product لینے پر،

$$\vec{A} \circ \vec{B} = AB.\cos(\theta) = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z$$

$$\cos(\theta) = \frac{A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z}{AB}$$

$$\cos(\theta)=\frac{A_xB_x+A_yB_y+A_zB_z}{\sqrt{A_x^2+A_y^2+A_z^2}.\sqrt{B_x^2+B_y^2+B_z^2}}$$

$$\cos(\theta)=\frac{(3\times1)+(2\times-1)+(3\times2)}{\sqrt{3^2+2^2+3^2}.\sqrt{1^2+(-1)^2+2^2}}$$

$$\cos(\theta)=\frac{3-2+6}{\sqrt{9+4+9}.\sqrt{1+1+4}}$$

$$\cos(\theta)=\frac{7}{\sqrt{22}.\sqrt{6}}$$

$$\cos(\theta)=\frac{7}{\sqrt{132}}$$

$$\cos(\theta)=\frac{7}{11.4891}$$

$$\cos(\theta)=0.6093$$

$$\theta=52^o28'$$

سوال نمبر(14):۔اگر $\vec{A}=i-2j+k$ اور $\vec{B}=2i-k$ ہوں تو $\vec{A}$ اور $\vec{B}$ کی سطح سے عموداً گزرنے والے اکائی سمتیہ معلوم کیجئے۔

جواب:۔دیے ہوئے سمتیہ درجِ ذیل ہیں۔

$$\vec{A}=i-2j+k$$

$$\vec{B}=2i-k$$

$\vec{A}$ اور $\vec{B}$ کے درمیان Cross Product لینے پر،

$$\vec{A}\times\vec{B}=\begin{pmatrix} i & j & k \\ 1 & -2 & 1 \\ 2 & 0 & -1 \end{pmatrix}$$

$$\vec{A}\times\vec{B}=i(2-0)-j(-1-2)+k(0+4)$$

$$\vec{A}\times\vec{B}=2i+3j+4k$$

یہ سمتیہ $\vec{A}$ اور $\vec{B}$ کی سطح سے عموداً گزرنے والے سمتیہ کو ظاہر کرتا ہے۔ اُس سمتیہ کی قدر درجِ ذیل ہوگی۔

$$\left|\vec{A}\times\vec{B}\right|=\sqrt{2^2+3^2+4^2}$$

$$\left|\vec{A}\times\vec{B}\right|=\sqrt{4+9+16}$$

$$\left|\vec{A}\times\vec{B}\right|=\sqrt{29}$$

$\vec{A}$ اور $\vec{B}$ کی سطح سے عموداً گزرنے والے اکائی سمتیہ درجِ ذیل ہونگے۔

$$\frac{\vec{A}\times\vec{B}}{\left|\vec{A}\times\vec{B}\right|}=\pm\left[\frac{2i+3j+4k}{\sqrt{29}}\right]$$

سوال نمبر(15):۔ اگر $\vec{r}=2i+3j+5k$ اور $\vec{P}=3i-4j+5k$ ہوں تو زاویائی معیار حرکت ($\vec{L}$) محسوب کیجئے؟

جواب:۔ خطی معیار حرکت اور محور سے عموداً فاصلے کے درمیان Cross Product کو زاویائی معیار حرکت کہا جاتا ہے۔

$$\vec{L}=\vec{r}\times\vec{P}$$

$$\vec{L}=\begin{pmatrix} i & j & k \\ 2 & 3 & 5 \\ 3 & -4 & 5 \end{pmatrix}$$

$$\vec{L}=i[15-(-20)]-j[10-15]+k[-8-9]$$

$$\vec{L}=i[35]-j[-5]+k[-17]$$

$$\vec{L}=35i+5j-17k$$

<<<<<<<<<>>>>>>>>>

متبادل انتخابی سوالات

(Multiple Choice Questions)

سوال نمبر(1):۔ قوت(Force)ایک سمتی طبعی مقدار ہے کیونکہ۔۔۔۔۔۔۔

(a) اُس میں صرف سمت پائی جاتی ہے۔ (b) اُس میں سمت اور قدر دونوں پائے جاتے ہیں۔

(c) اُس کی قدر، مختلف سمتوں میں مختلف ہوتی ہے۔ (d) اُس میں قدر اور سمت دونوں نہیں ہوتے۔

سوال نمبر(2):۔ کمیت(Mass)ایک غیر سمتی طبعی مقدار ہے کیونکہ۔۔۔۔۔۔۔

(a) اُس میں صرف قدر پائی جاتی ہے۔ (b) اُس میں سمت اور قدر دونوں پائے جاتے ہیں۔

(c) اُس کی قدر، مختلف سمتوں میں مختلف ہوتی ہے۔ (d) اُس میں قدر اور سمت دونوں نہیں ہوتے۔

سوال نمبر(3):۔ خطی رفتار(Linear Velocity)اور چال(Speed)کے درمیان امتیازی فرق۔۔۔۔۔۔۔؟

(a) دونوں غیر سمتی مقداریں ہیں،لیکن دونوں کی قدریں مختلف ہوتی ہیں۔ (b) خطی رفتار غیر سمتی مقدار ہے جبکہ چال سمتی مقدار ہوتی ہے۔

(c) دونوں سمتی مقداریں ہیں، لیکن دونوں کی سمتیں مختلف ہوتی ہیں۔ (d) خطی رفتار سمتی مقدار ہے جبکہ چال غیر سمتی مقدار ہوتی ہے۔

سوال نمبر(4):۔ محددی نظام کے مبدئے(Origin)سے کسی نقطہ کو جوڑنے والا خط،اُس نقطے کا ۔۔۔۔۔۔۔کہلاتا ہے۔

(a) مقامی سمتیہ(Position Vector) (b) نصف قطری سمتیہ(Radius Vector)

(c) اکائی سمتیہ(Unit Vector) (d) ہٹاؤ(Displacement)

سوال نمبر(5):۔ ’’ (i + j + k) ایک اکائی سمتیہ ہے۔‘‘ اِس بیان کی صحت واضح کیجئے۔

(a) یہ بیان بالکل درست ہے۔ (b) یہ بیان بالکل غلط ہے۔

(c) اِس بیان کی صحت درحقیقت، محددی نظام کی حالت پر منحصر ہوتی ہے۔ (d) اِس بیان کے متعلق کچھ بھی کہا نہیں جا سکتا۔

سوال نمبر(6):۔ دائروی حرکت کے دوران، جسم جب ایک چکر مکمل کر کے اپنے ابتدائی مقام پر واپس پہونچتا ہے، تب اُس کا خطی ہٹاؤ۔۔۔۔۔۔

(a) صفر ہوتا ہے۔ (b) دائرے کے محیط(Circumference)کے برابر ہوتا ہے۔

(c) دائرے کے رقبہ(Area)کے برابر ہوتا ہے۔ (d) 2π کے برابر ہوتا ہے۔

سوال نمبر(7):۔ اگر $\bar{a} = 2i + 3j + 4k$ ہو اور $\bar{b} = 2i - 3j - 4k$ ہو تو اُن کا مجموعہ $(\bar{a} + \bar{b})$ کیا ہوگا؟

(a) $\bar{a} + \bar{b} = 0$ (b) $\bar{a} + \bar{b} = 4i$

(c) $\bar{a} + \bar{b} = 4i + 6j$ (d) $\bar{a} + \bar{b} = 6j + 8k$

سوال نمبر(8):۔ اگر $\bar{a}$ اور $\bar{b}$ دو مختلف سمتیہ ہوں تو $\bar{a} \times \bar{b}$ کی سمت۔۔۔۔۔۔۔۔۔ہوتی ہے۔

(a) $\bar{b}$ سے متوازی لیکن $\bar{a}$ سے عمودی (b) $\bar{a}$ سے متوازی لیکن $\bar{b}$ سے عمودی

(c) $\bar{a}$ اور $\bar{b}$ دونوں کی سطح سے متوازی (d) $\bar{a}$ اور $\bar{b}$ دونوں کی سطح سے عمودی

سوال نمبر(9):۔ اگر $\bar{a}$ اور $\bar{b}$ دو مختلف سمتیہ ہوں تو $\bar{a} \circ \bar{b}$ کی سمت۔۔۔۔۔۔۔۔۔

(a) $\bar{a}$ اور $\bar{b}$ دونوں کی سطح سے متوازی ہوتی ہے۔ (b) $\bar{a}$ اور $\bar{b}$ دونوں کی سطح سے عمودی ہوتی ہے۔

(c) نہیں ہوتی ہے۔ (d) غیر متعین ہوتی ہے۔

سوال نمبر(10):۔ اگر دو مختلف سمتیوں کے درمیان زاویہ 90^o پیمائش کا ہو تو۔۔۔۔۔۔۔

(a) اُن کا مجموعہ صفر سمتیہ ہوتا ہے۔ (b) اُن کا مجموعہ اکائی سمتیہ ہوتا ہے۔

(c) اُن کے درمیان Dot Product صفر ہوتا ہے۔ (d) اُن کے درمیان Cross Product صفر ہوتا ہے۔

سوال نمبر(11):۔ اگر دو مختلف سمتیوں کا مجموعہ صفر سمتیہ ہو تو۔۔۔۔۔۔۔

(a) وہ ایک دوسرے سے ضد متوازی(Anti Parallel)ہوتے ہیں۔ (b) وہ ایک دوسرے سے متوازی(Parallel)ہوتے ہیں۔

(c) وہ ایک دوسرے پر عمودی ہوتے ہیں۔ (d) اُن کا درمیانی زاویہ 45^o ہوتا ہے۔

سوال نمبر(12):۔ اگر $\bar{r} = 2i + j - 3k$ اور $\bar{F} = i + 2j + 3k$ ہو تو گردشہ کی قدر۔۔۔۔۔۔۔اکائی ہوگی۔

(a) 13.08 (b) 23.08

(c) 33.08 (d) 43.08

سوال نمبر(13):۔ اگر $\bar{F} = i + 2j + 3k$ اور $\bar{x} = 2i + j + 3k$ ہو تو کیا گیا کام۔۔۔۔۔۔۔۔اکائی ہوگا۔

(a) 13　　(b) 23

(c) 33　　(d) 43

سوال نمبر(14):۔ اگر دو مختلف سمتیہ ایک دوسرے کی مخالف سمت میں ہوں لیکن اُن کی قدریں مساوی ہوں تو اُنہیں ایک دوسرے کا۔۔۔۔۔۔۔ کہا جاتا ہے۔

(a) مخالف سمتیہ　　(b) منفی سمتیہ

(c) متوازی سمتیہ　　(d) مثبت سمتیہ

سوال نمبر(15):۔ درج ذیل طبعی مقداروں میں سے کون گروپ میں شامل نہیں ہے؟

(a) ہٹاؤ　　(b) قوت

(c) کام　　(d) گردشہ

سوال نمبر(16):۔ درج ذیل طبعی مقداروں میں سے کون گروپ میں شامل نہیں ہے؟

(a) وقت　　(b) توانائی

(c) چال　　(d) اسراع

سوال نمبر(17):۔ $\left|\bar{i}\times\bar{j}\right|$ کی قیمت ہمیشہ ۔۔۔۔۔۔۔ ہوتی ہے۔

(a) i　　(b) j

(c) k　　(d) - k

سوال نمبر(18):۔ $\left|\bar{i}\times\bar{i}\right|$ کی قیمت ہمیشہ۔۔۔۔۔۔۔۔ ہوتی ہے۔

(a) 0　　(b) i

(c) j　　(d) k

سوال نمبر(19):۔ اگر $\bar{a}=i+2j+3k$ اور $\bar{b}=2i+3j+4k$ ہوں تو $\bar{a}+\bar{b}$ کی قدر ۔۔۔۔۔۔۔۔ ہوگی۔

(a) 1.414　　(b) 0.7071

(c) 1.732　　(d) 9.110

سوال نمبر(20):۔ اگر $\bar{a}=i+2j+3k$ اور $\bar{b}=2i+3j+4k$ ہوں تو $\bar{a}-\bar{b}$ کی قدر ۔۔۔۔۔۔۔۔ ہوگی۔

(a) 1.414　　(b) 0.7071

(c) 1.732　　(d) 9.110

Answer Key for MCQ

Q. No. (1) - (b)	Q. No. (2) - (a)	Q. No. (3) - (d)	Q. No. (4) - (a)	Q. No. (5) - (b)
Q. No. (6) - (a)	Q. No. (7) - (b)	Q. No. (8) - (d)	Q. No. (9) - (c)	Q. No. (10) - (c)
Q. No. (11) - (a)	Q. No. (12) - (a)	Q. No. (13) - (a)	Q. No. (14) - (b)	Q. No. (15) - (c)
Q. No. (16) - (d)	Q. No. (17) - (c)	Q. No. (18) - (a)	Q. No. (19) - (d)	Q. No. (20) - (c)

<<<<< ختم شدہ >>>>>

گول انداز کی حرکت (Motion of a Projectile)	3۔

پروجیکٹائل کا تعارف (Introduction of Projectile)

علمِ طبعیات (Physics) میں، حرکت کی کئی قسموں کا مطالعہ کیا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر خطی حرکت، دائروی حرکت، گردشی حرکت، اہتزازی حرکت وغیرہ۔ ان تمام حرکتوں کو آسانی سے سمجھنے کے لئے اِنہیں تین قسموں میں تقسیم کیا جاتا ہے۔

(۱) یک رُخی حرکت (Rectilinear Motion or One dimensional Motion)

(۲) دوابعادی حرکت (Two dimensional Motion)

(۳) تین ابعادی حرکت (Three dimensional Motion)

کائنات کی تمام اشیاء میں مختلف قسم کی حرکتیں دکھائی دیتی ہیں۔مثال کے طور پر، پرندوں کا اڑنا، بچوں کا دوڑنا، سڑکوں پر گاڑیوں کا دوڑنا، ہوائی جہازوں کی اڑانیں، راکٹ کی مخصوص انداز میں اڑان، سورج کے اطراف زمین اور دگر سیاروں کا گردش کرنا، مرکزے کے اطراف الیکٹران کا دائروی انداز میں گھومنا، وغیرہ وغیرہ۔۔۔۔ مختلف قسم کی حرکتوں کی مثالیں ہیں۔وقت کی مناسبت سے کسی بھی شئے کے مقام میں تبدیلی (Change in Position) کو حرکت کہتے ہیں۔جب کوئی جسم حرکت کرتا ہے، تب اُس حرکت سے متعلق تین بنیادی اصطلاحات استعمال کئے جاتے ہیں، جو کہ درجِ ذیل ہیں۔

(۱) ہٹاؤ (Displacement) (۲) رفتار (Velocity) اور (۳) اسراع (Acceleration)

جب کوئی جسم خطِ مستقیم (Straight Line) میں حرکت کرتا ہے، تب اُس حرکت کو مستقیم حرکت (Rectilinear Motion) کہا جاتا ہے۔

مقام (Position) کا تعین کرنے کے لئے، ہمیں ایک حوالہ نقطہ (Reference Point) اور محددی محوروں (Co-ordinate Axes) کے ایک سیٹ کی ضرورت ہوتی ہے۔عام طور پر ایک مستطیل نما مختص نظام (Rectangular Co-ordinate System) منتخب کی جاتی ہے، جس میں تین باہم عمودی (Mutually Perpendicular) محوروں کو استعمال کیا جاتا ہے۔یہ تینوں محور عام طور پر X-axis، Y-axis اور Z-axis کہلاتے ہیں۔اِن تینوں محوروں کے نقطہ تقاطع (Point of Intersection) کو مبداء (Origin) کہا جاتا ہے۔ اِس محددی نظام میں موجود کسی بھی نقطے کے محدد (Co-ordinates) کو عام طور پر (x, y, z) سے ظاہر کیا جاتا ہے۔کسی نقطے کے یہ محدد ہی اُس نقطے کے مقام (Position) کو ظاہر کرتے ہیں۔اور اِس مکمل محددی نظام کو (وقت کو بھی ساتھ شامل کرتے ہوئے) ایک حوالہ جاتی فریم (Reference Frame) کہا جاتا ہے۔ اگر وقت کے ساتھ، کسی شئے کا ایک یا ایک سے زیادہ محدد تبدیل ہوتے ہیں، تو ہم یہ کہتے ہیں کہ وہ شئے حرکت کر رہی ہے۔اور اگر کسی شئے کے محدد مستقل رہتے ہوں تو کہا جاتا ہے کہ وہ شئے اپنے حوالہ جاتی فریم کی مناسبت سے حالتِ سکون (Stationary State) میں ہے۔

کسی حوالہ جاتی فریم میں محوروں کا انتخاب، حرکت کی نوعیت پر ہوتا ہے۔مثلاً ایک خط میں ہونے والی یک ابعادی حرکت (One Dimensional Motion) میں حرکت کو بیان کرنے کے لئے، ہمیں صرف ایک محددی محور کی ضرورت پڑتی ہے۔اگر وہ جسم اُفقی سمت میں حرکت کر رہا ہو تو صرف X- محور کو استعمال کیا جاتا ہے، جبکہ اگر وہی جسم عمودی سمت میں حرکت کر رہا ہو، تو صرف Y- محور کو استعمال کیا جاتا ہے۔اِسی طرح سے، کسی مستوی (Plane) میں ہونے والی دوابعادی حرکت (Two Dimensional Motion) میں دو باہم عمودی محوروں (عام طور پر X- محور اور Y- محور) کو استعمال کیا جاتا ہے۔اور اِسی طرح سے، جب کوئی جسم تین ابعادی حرکت (Three Dimensional Motion) کرتا ہے تو اُس کی حرکت کے مطالعہ کیلئے تین باہم عمودی محوروں کی ضرورت پڑتی ہے۔

اِس سبق کے پہلے حصہ میں یک خطی حرکت (Rectilinear Motion) اور دوسرے حصہ میں دوابعادی حرکت (Two Dimensional Motion) کا مطالعہ کیا گیا ہے۔

چند اہم اصطلاحات :۔

(۱) مقام (Position):۔

’’ایک مخصوص وقت پر، ایک نقطہ، اپنے حوالہ جاتی محددی نظام کی مناسبت سے، جس مخصوص حالت میں ہوتا ہے، اُسے اُس نقطے کا مقام کہتے ہیں۔‘‘

عام طور پر کسی بھی نقطے کا مقام، درحقیقت اُس نقطے کے محدد (Coordinates) ہوتے ہیں۔جب یہ نقطہ کسی بھی جانب، کسی بھی قسم کی حرکت کرتا ہے تو اُس کے محدد تبدیل ہونے لگتے ہیں۔مثال کے طور پر، فرض کیجئے کہ ایک ذرہ اُفقی سمت (Horizontal Direction) میں، حرکت کر رہا ہے۔اُس کی حرکت کا مطالعہ کرنے کیلئے صرف ایک اُفقی محور (X-axis) کی ضرورت پڑے گی۔

درجِ بالا خاکہ میں ایک خطی پیمانہ (Linear Scale) دکھایا گیا ہے۔اِس خط کا مرکزی نقطہ O ہے جو کہ اِس محددی نظام کا مبداء (Origin) ہے۔اِس خاکہ سے ظاہر ہوتا ہے کہ نقطہ P مبدے سے بائیں جانب 20- مقام پر موجود ہے۔نقطہ Q مبدے سے دائیں جانب 10+ مقام پر ہے۔اِسی طرح سے نقاط R اور S اِس مبدے سے دائیں جانب بالترتیب 30+ اور 50+ مقامات پر موجود ہیں۔اِس خاکہ کا استعمال کر کے اِن تمام نقاط کے نسبتی مقامات کا اندازہ لگایا جاسکتا ہے۔مثال کے طور پر نقطہ P اور نقطہ Q کا درمیانی فاصلہ 30+ = (20 -) - 10 ہوگا۔اِسی طرح سے ہم کوئی بھی دو مختلف نقاط کا درمیانی فاصلہ محسوب کر سکتے ہیں۔

اِسی طرح سے، اگر کوئی جسم نقطہ S پر موجود ہو تو اُس جسم کا مقام 50+ ہوگا۔اِس حالت میں، یہ جسم نقطہ Q کی مناسبت سے 40+ = 10 - 50 نسبتی فاصلے پر موجود

ہوگا۔اِسی طرح سے نقطہ R کا ذاتی مقام 30+ ہے۔ یہ جسم نقطہ S کی مناسبت سے 20 = 30 - 50 نسبتی فاصلے پر موجود ہے۔

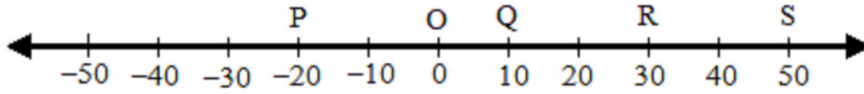
(۲) ہٹاؤ(Displacement):۔

''ایک مخصوص سمت میں، ایک جسم کے مقامی حالت(Position) کی تبدیلی، کو ہٹاؤ کہتے ہیں۔''

درج ِ بالا خاکہ میں، فرض کیجئے کہ ایک جسم ابتداء میں نقطہ P پر موجود ہے۔ یہ جسم خطی حرکت کرتے ہوئے نقطہ S تک پہو نچتا ہے۔ یہ حرکت ایک مخصوص سمت (یعنی دائیں جانب) میں ہورہی ہے۔اِس طرح سے،جسم کے مقام میں پیدا ہونے والی تبدیلی کو ہٹاؤ کہا جاتا ہے۔اِس ہٹاؤ کی قدر(Magnitude) ہمیشہ اُن دونون نقاط کے درمیانی فاصلے کے برابر ہوتی ہے۔

خطی ہٹاؤ(Linear Displacement)ہمیشہ ایک سمتی مقدار(Vector)ہوتی ہے۔

(۳) راہ کی لمبائی (Path Length):۔

حرکت کے [illegible] سے اپنی حرکت شروع کرکے نقطہ S تک پہو نچتا ہے

فرض کیجئے کہ یہ جسم نقطہ P سے دائیں جانب حرکت کرتے ہوئے نقطہ S تک پہو نچتا ہے۔پھر یہاں سے بائیں جانب حرکت کرتے ہوئے وہ دوبارہ نقطہ P پر پہو نچ جاتا ہے۔ اِس حرکت کے دوران،اُس جسم کیلئے راہ کی لمبائی، طے ہونے والے مجموعی فاصلے(Distance) کے برابر ہوگی۔

راہ کی لمبائی = 70 units + 70 units = 140 Units

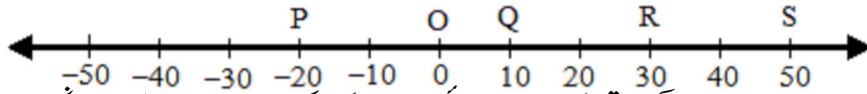
اِس حرکت کے دوران، جب یہ جسم اپنے ابتدائی مقام پر دوبارہ پہو نچ جاتا ہے،اُس وقت، اُس کا ہٹاؤ(Displacement)ہمیشہ صفر ہوتا ہے۔

جسم کا ہٹاؤ = 0 Units

اِس مثال سے ظاہر ہوتا ہے کہ خطی حرکت کے دوران،کسی بھی جسم کیلئے راہ کی لمبائی(Path Length)ہمیشہ اُس کے خطی ہٹاؤ(Linear Displacement)کے برابر ہوتی ہے،اگر یہ جسم اپنی سمت تبدیل نہیں کرتا ہے۔لیکن اگر جسم اپنی حرکت کی سمت تبدیل کرے تو اُس کا خطی ہٹاؤ،اور راہ کی لمبائی مختلف ہوتے ہیں۔

خطی ہٹاؤ اور فاصلے کے درمیان امتیازی فرق:۔

فرض کیجئے کہ ایک ذرہ

P O Q R S
-50 -40 -30 -20 -10 0 10 20 30 40 50

فرض کیجئے کہ یہ ذرہ ابتداء میں نقطہ P پر موجود تھا۔کچھ وقفے کے بعد،یہ ذرہ دائیں جانب حرکت کرتے ہوئے نقطہ S تک پہو نچ جاتا ہے۔ اِس خطی حرکت کیدوران، اُس ذرے کی راہ کی لمبائی یعنی طے ہونے والا مجموعی فاصلہ درج ِ ذیل ہوگا۔

طے ہونے والا فاصلہ = 50 - (-20)

طے ہونے والا فاصلہ = 70 Units

اِسی طرح سے، اِس حالت میں ذرے کا طے ہونے والا خطی ہٹاؤ بھی 70 Units کے برابر ہوگا،کیونکہ اِس حرکت کے دوران،اُس ذرے کی سمت میں کوئی تبدیلی نہیں ہوئی ہے۔

فرض کیجئے کہ یہ ذرہ نقطہ S سے بائیں جانب حرکت کرتے ہوئے نقطہ P تک پہو نچ جاتا ہے۔اِس طرح سے وہ ذرہ اپنے ابتدائی مقام پر پہو نچ جاتا ہے۔اِس حرکت کے دوران، اُس ذرے کے ذریعے طے ہونے والا مجموعی فاصلہ درج ِ ذیل ہوگا۔

طے ہونے والا فاصلہ = 70 + 70

طے ہونے والا فاصلہ = 140 Units

اِس حرکت کے دوران،اُس ذرے کا خطی ہٹاؤ صفر حاصل ہوگا کیونکہ اِس حالت میں وہ ذرہ اپنے ابتدائی مقام پر واپس آ گیا ہے،یعنی وہ اپنے مقام سے ہٹا ہی (displace)نہیں ہے۔اِس تفصیل سے ثابت ہوجاتا ہے کہ خطی حرکت کے دوران،ذرے کا خطی ہٹاؤ(Linear Displacement)اور طے ہونے والا فاصلہ (Distance) مساوی نہیں ہوتے ہیں، اگر اُس ذرے کی حرکت کی سمت(Direction)تبدیل ہورہی ہو۔

چند اہم اصطلاحات

(۱) اوسط رفتار (۲) اوسط چال (۳) ساعتی رفتار (۴) ساعتی چال (۵) اسراع

(۱)اوسط رفتار(Average Velocity):۔

خطی حرکت کے دوران، خطی ہٹاؤ کی تبدیلی ($\overrightarrow{\Delta x}$) اور درکار وقت کی تبدیلی (Δt) کے تناسب کو اوسط رفتار کہا جاتا ہے۔

فرض کیجئے کہ ایک ذرہ خطی حرکت کر رہا ہے۔ اِس حرکت کے دوران، اُس ذرے کے ابتدائی مقام کی عددی قیمت x_1 ہے۔ اُس حالت میں، وقت کی قیمت t_1 ہے۔ کچھ دیر بعد، یہ ذرہ آگے بڑھ جاتا ہے۔ انتہائی مقام پر اُس ذرے کے مقام کی عددی قیمت x_2 ہے، اور اُس حالت میں وقت کی قیمت t_2 ہے۔ اِس طرح سے اُس ذرے کے مقام میں ہونے والی تبدیلی درج ِ ذیل ہوگی۔

$$\overrightarrow{\Delta x} = \overrightarrow{x_2} - \overrightarrow{x_1}$$

اِسی طرح سے، اس دوران وقت کی تبدیلی درج ِ ذیل ہوگی۔

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

اِس ذرے کی اوسط رفتار درج ِ ذیل ہوتی ہے،

اوسط رفتار = ہٹاؤ کی تبدیلی / وقت کی تبدیلی

$$\overrightarrow{V_{avg}} = \frac{\overrightarrow{\Delta x}}{\Delta t} = \frac{\overrightarrow{x_2} - \overrightarrow{x_1}}{t_2 - t_1}$$

خطی حرکت کے دوران، کسی بھی ذرے کی اوسط رفتار (Average Velocity) کی قیمت صفر ہوسکتی ہے، مثبت ہوسکتی ہے یا منفی بھی ہوسکتی ہے۔ اگر کوئی ذرہ حالت ِ سکون میں ہو تو اُس کی اوسط رفتار صفر ہوتی ہے۔ اِسی طرح سے جب کوئی ذرہ کچھ فاصلہ طے کرنے کے بعد، اپنے ابتدائی مقام پر واپس آجاتا ہے، تب اُس کی اوسط رفتار صفر ہوتی ہے، کیونکہ اُس حالت میں اُس کا خطی ہٹاؤ صفر ہوجاتا ہے۔

(۲) اوسط چال (Average Speed):۔

خطی حرکت کے دوران، جسم کے ذریعے طے ہونے والے مجموعی فاصلے (Total Path Length) اور درکار مجموعی وقت کے تناسب کو اوسط چال کہتے ہیں۔

فرض کیجئے کہ ایک بس امراوتی سے ناگپور جارہی ہے۔ اِس سفر کے دوران اُس بس کی چال کئی مرتبہ تبدیل ہوتی ہے۔ یعنی بس کی حرکت، ایک مستقل حرکت نہیں ہوتی ہے۔ اِس قسم کی حرکت میں اوسط رفتار کا ذکر نہیں کیا جاسکتا کیونکہ بس کی سمت بار بار تبدیل ہوتی رہتی ہے۔ اِسی لئے ایسے معاملات میں اوسط چال کا ذکر کیا جاتا ہے۔ اوسط چال کا ضابطہ درج ِ ذیل ہے۔

اوسط چال = مجموعی راہ کی لمبائی / درکار مجموعی وقت

اوسط چال کی قیمت صفر ہوسکتی ہے، اگر وہ جسم حالت ِ سکون میں ہو۔ لیکن اگر کوئی جسم کسی بھی سمت میں حرکت کر رہا ہو تو اُس کی اوسط رفتار ہمیشہ مثبت ہوتی ہے۔ اِس سے ظاہر ہوتا ہے کہ اوسط رفتار کی قیمت، کسی بھی حالت میں منفی (Negative) نہیں ہوسکتی۔ اگر کوئی جسم، ایک ہی سمت میں خطی حرکت کر رہا ہو تب اُس کی اوسط خطی رفتار کی قدر (Magnitude of Average Velocity) ہمیشہ اوسط چال (Average Speed) کے برابر ہوتی ہے۔

(۳) ساعتی رفتار (Instantaneous Velocity):۔

خطی حرکت کے دوران، اوسط رفتار کی وہ محدود قیمت (Value ... لئے وقفہ وقت لاانتہاء خفیف (Infinitesimal Small) ہو، اُسے ساعتی رفتار کہا جاتا ہے۔ اِس کا ریاضیاتی ضابطہ درج ِ ذیل ہے۔

$$\vec{V} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\overrightarrow{\Delta x}}{\Delta t}$$

$$\vec{V} = \frac{\overrightarrow{dx}}{dt}$$

ساعتی رفتار کی قیمت بھی، اوسط رفتار کی طرح، صفر یا مثبت یا منفی ہوسکتی ہے۔ اگر کوئی جسم مستقل خطی رفتار سے حرکت کر رہا ہو تو ایک مخصوص وقت پر اُس کی ساعتی رفتار ہمیشہ اوسط رفتار کے برابر ہوتی ہے۔

(۴) ساعتی چال (Instantaneous Speed):۔

خطی حرکت کے دوران، ایک مخصوص وقت پر، جسم کی ساعتی رفتار کی قدر (Magnitude of Instantaneous Velocity) کو ساعتی چال کہا جاتا ہے۔ اِس کا ریاضیاتی ضابطہ درج ِ ذیل ہے،

ساعتی چال = ساعتی رفتار کی قدر

گاڑیوں میں استعمال ہونے والے رفتار پیما (Speedometer) ہمیشہ اُن گاڑیوں کی فوری چال کا اِظہار کرتے ہیں۔

(۵) اسراع (Acceleration):۔

خطی حرکت کے دوران، خطی رفتار کی تبدیلی کی شرح کو خطی اسراع کہتے ہیں۔

فرض کیجئے کہ خطی حرکت کررہے ایک جسم کی ابتدائی رفتار $\overrightarrow{V_1}$ ہے، اور ابتدائی حالت میں وقت t_1 ہے۔ کچھ دیر بعد، اُس جسم کی انتہائی رفتار $\overrightarrow{V_2}$ ہوجاتی ہے، جس حالت میں وقت t_2 ہوتا ہے۔ ایسی حالت میں، خطی رفتار میں پیدا ہونے والی تبدیلی $\overrightarrow{\Delta V} = \overrightarrow{V_2} - \overrightarrow{V_1}$ ہوتی ہے، اور وقت میں ہونے والی تبدیلی $\Delta t = t_2 - t_1$ ہوتی ہے۔ ایسی حالت میں جسم پر عمل کرنے والا خطی اسراع درج ِ ذیل ہوتا ہے۔

$$\overrightarrow{a_{avg}} = \frac{\overrightarrow{V_2} - \overrightarrow{V_1}}{\Delta t}$$

$$\overrightarrow{a_{avg}} = \frac{\overrightarrow{\Delta V}}{\Delta t}$$

یہ ضابطہ اوسط خطی اسراع کو ظاہر کرتا ہے۔ اِس ضابطہ کی بنیاد پر کہا جاسکتا ہے کہ اوسط خطی اسراع کی S. I. اکائی ہمیشہ m/s^2 ہوتی ہے اور اُس کا ابعاد $\left[L^1, M^0, T^{-2}\right]$ ہوتا ہے۔

خطی حرکت کے دوران، ایک مخصوص وقت پر، اوسط خطی اسراع کو فوری اسراع (Instantaneous Acceleration) کہا جاتا ہے۔ درحقیقت، اوسط اسراع کی وقت کے مناسبت سے تحدید (Limit) کو فوری اسراع کیا جاتا ہے، اگر وقت کی تبدیلی بے انتہاء معمولی ہو۔

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}$$

$$\vec{a} = \frac{d\vec{V}}{dt}$$

فوری خطی اسراع کی قیمت صفر بھی ہوسکتی ہے، مثبت بھی ہوسکتی ہے اور منفی بھی ہوسکتی ہے۔ اگر کوئی جسم مستقل خطی رفتار سے حرکت کرتا ہو تو، اُس جسم پر عمل کرنے والا خطی فوری اسراع ہمیشہ صفر ہوتا ہے۔

خطِ مستقیم میں ہونے والی اسراعی حرکت (Accelerated Motion)

جب کسی جسم پر خطِ مستقیم میں حرکت کے دوران کوئی مستقل اسراع عمل کرتا ہو تو اس حرکت کو اسراعی حرکت کہتے ہے۔

اسراعی حرکت کے دوران جسم کی خطی رفتار میں لگاتار تبدیلی ہوتی رہتی ہے۔ اگر اس خطی اسراع کی قیمت مثبت ہو تو خطی رفتار بڑھتی جاتی ہے۔ اور اگر خطی اسراع منفی ہو تو خطی رفتار کم ہوتی جاتی ہے۔

فرض کیجئے کہ

u ------> جسم کی ابتدائی رفتار

v ------> جسم کی انتہائی رفتار

a ------> عمل کرنے والا خطی اسراع

t ------> درکار وقت اور

s ------> طے شدہ فاصلہ

درج بالا پانچ عوامل (Factors) کے درمیان مختلف مساواتوں کے ذریعئے تعلق ظاہر کیا جاسکتا ہے۔ ان مساواتوں کو حرکتی مساوات (Kinematical Equation) کہا جاتا ہے۔

پہلی حرکتی مساوات (First Kinematical Equation):- فرض کیجیئے کہ ایک جسم u ابتدائی رفتار سے حرکت کررہا ہے t وقت گزرنے بعد اسکی رفتار v ہوجاتی ہے ایسی حالت میں اس پر عمل کرنے والا خطی اسراع درج ذیل ہوتا ہے۔

$$\text{خطی اسراع} = \frac{\text{خطی رفتار میں تبدیلی}}{\text{وقت}}$$

$$a = \frac{v - u}{t}$$

$$at = v - u$$

$$v = u + at \quad \text{-------------(1)}$$

اس مساوات کو پہلی حرکتی مساوات کہتے ہیں

۲) دوسری حرکتی مساوات (Seccond Kinematical Equation):- فرض کیجیئے کہ t وقت کے دوران طے ہونے والا فاصلہ s ہے۔ ایسی حالت میں جسم کی اوسط رفتار درج ذیل ہوتی ہے۔

$$\text{اوسط رفتار} = \frac{u + v}{2}$$

جسم کے ذریعیئے طے ہونے والا فاصلہ درج ذیل ہوتا ہے۔

فاصلہ = اوسط رفتار x وقت

$$s = \left(\frac{u + v}{2}\right) \cdot t$$

مساوات (1) استعمال کرنے پر

$$s = \left(\frac{u + u + at}{2}\right) \cdot t$$

$$s = u \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

اس مساوات کو دوسری حرکتی مساوات کہتے ہیں

۳) تیسری حرکی مساوات(Third Kinematical Equation):۔ خط مستقیم میں اسراعی حرکت کے دوران خطی اسراع درج ذیل ہوتا ہے۔

$$a = \frac{v - u}{t}$$

اس حرکت کے دوران طے ہونے والا فاصلہ درج ذیل ہوتا ہے۔

$$s = \left(\frac{u + v}{2}\right) \cdot t$$

خطی اسراع اور فاصلے کا حاصل ضرب درج ذیل ہوتا ہے۔

$$a \cdot s = \left(\frac{v - u}{t}\right) \cdot \left(\frac{u + v}{2}\right) \cdot t$$

$$a \cdot s = \frac{1}{2}\left(v^2 - u^2\right)$$

$$v^2 = u^2 + 2\,as$$

اس مساوات کو تیسری حرکی مساوات کہتے ہیں۔

خطی رفتار اور وقت کے درمیان ترسیم:۔

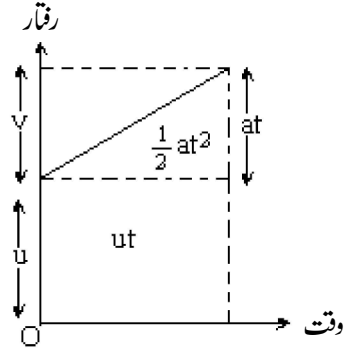
فرض کیجئے کہ ایک جسم خط مستقیم میں اسراعی حرکت کر رہا ہے اس حرکت کے دوران

u --------> جسم کی ابتدائی رفتار

v --------> جسم کی انتہائی رفتار

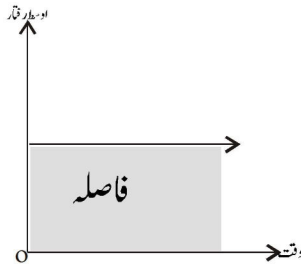
t --------> درکار وقت

a --------> عمل کرنے والا خطی اسراع

اس حرکت کے دوران خطی رفتار اور وقت کے درمیان ترسیم بنائی جا سکتی ہے۔ جو کہ درج ذیل نوعیت کی ہوتی ہے۔

اسراعی حرکت کے دوران اوسط رفتار، طے شدہ فاصلے اور درکار وقت کے درمیان تعلق کا ترسیمی اظہار:۔

ترسیمی اظہار Graphical Representation:۔ جب کوئی جسم خط مستقیم میں اسراعی حرکت کرتا ہے تب اسکی رفتار مسلسل تبدیل ہوتی رہتی ہے۔ ایسی حالت میں جسم کی اوسط رفتار ہمیشہ درج ذیل ہوتی ہیں۔

$$\text{اوسط رفتار} = \frac{\text{طے شدہ فاصلہ}}{\text{درکار وقت}}$$

اگر اوسط رفتار اور وقت کے درمیان ترسیم تیار کریں تو اس کی نوعیت درج ذیل ہوتی ہے۔

اس ترسیم سے ظاہر ہوتا ہے کہ اوسط رفتار اور وقت کے درمیان تیار ہونے والے خط کے نیچے تیار ہونے والا رقبہ ہمیشہ جسم کے ذریعئے طے شدہ فاصلے کو ظاہر کرتا ہے۔

ثقلی اسراع کے زیر اثر ہونے والی حرکت:۔(Motion under gravity)

اگر کوئی جسم آزادانہ طور پر اُوپر سے نیچے، یا نیچے سے اُوپر کی جانب، زمین کے ثقلی اسراع کے زیر اثر حرکت کرتا ہو تو وہ حرکت ہمیشہ عمودی خطی حرکت ہوتی ہے۔ اس قسم کی حرکت کے دوران جسم پر عمل کرنے والا خطی اسراع ہمیشہ زمین کا ثقلی اسراع (Gravitational Acceleration) ہوتا ہے۔ جس کی قیمت درجِ ذیل ہوتی ہے۔

$$g = 9.8\ m/s^2$$

فرض کیجئے کہ ایک جسم سطحِ زمین سے کافی بلندی پر حالتِ سکون میں موجود ہے۔ یہاں اُس کی ابتدائی خطی رفتار صفر ہوتی ہے۔ یعنی $u = 0$

ایسی حالت میں اُس جسم کے لئے حرکتی مساواتیں (Kinematical Equations) درج ِ ذیل ہوتی ہیں۔

پہلی حرکتی مساوات (First Kinematical Equation):۔

عام حالت میں، خطی حرکت کر رہے جسم کیلئے پہلی حرکتی مساوات درج ِ ذیل ہوتی ہے،

$$v = u + a.t$$

جب کوئی جسم، بلندی سے آزادانہ طور پر گر رہا ہو تو اُس کیلئے پہلی حرکتی مساوات درج ذیل ہوتی ہے،

$$v = 0 + (-g).t$$

$$v = -g.t$$

دوسری حرکتی مساوات (Second Kinematical Equation):۔

عام حالت میں، خطی حرکت کر رہے جسم کیلئے دوسری حرکتی مساوات درج ِ ذیل ہوتی ہے،

$$s = u.t + \frac{1}{2}a.t^2$$

جب کوئی جسم، بلندی سے آزادانہ طور پر گر رہا ہو تو اُس کیلئے دوسری حرکتی مساوات درج ذیل ہوتی ہے،

$$s = 0 + \frac{1}{2}.(-g).t^2$$

$$s = -\frac{g}{2}.t^2$$

تیسری حرکتی مساوات (Third Kinematical Equation):۔

عام حالت میں، خطی حرکت کر رہے جسم کیلئے تیسری حرکتی مساوات درج ِ ذیل ہوتی ہے،

$$v^2 = u^2 + 2.a.s$$

جب کوئی جسم، بلندی سے آزادانہ طور پر گر رہا ہو تو اُس کیلئے تیسری ... وتی ہے،

$$v^2 = u^2 + 2.a.s$$

$$v^2 = 0 + 2.(-g).s$$

ہٹاؤ۔وقت کا ترسیمی اظہار (Graphical representation of Position-Time curves):۔

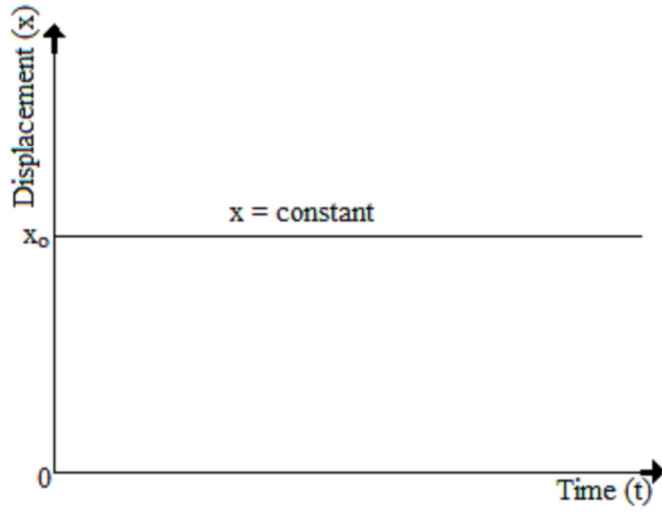
کسی بھی جسم کی حرکت کا اظہار اور تجزیہ کرنے کیلئے ترسیمات (Graphs) کو استعمال کیا جاتا ہے، جو کہ دو مختلف طبعی مقداروں کے درمیان بنائے جاتے ہیں۔ اگر کسی جسم کی خطی حرکت کے دوران، اُس کے خطی ہٹاؤ (Linear Displacement) اور وقت (Time) کے درمیان ترسیم بنائی جائے تو اُس کی تین مختلف ممکنات ہو سکتے ہیں، جن کی تفصیلات درج ِ ذیل ہیں۔

(a) اگر جسم حالت ِ سکون میں ہو (If the body is at rest):۔

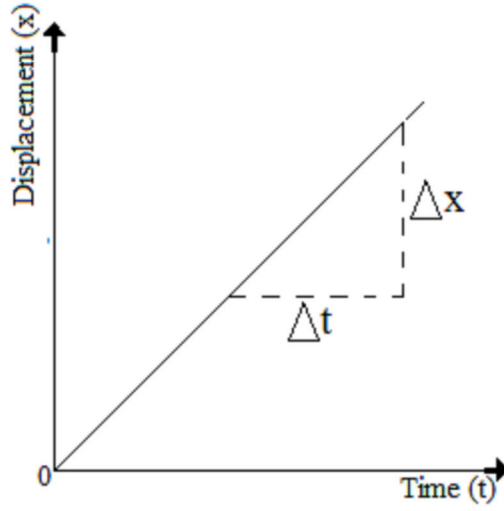
فرض کیجئے کہ ایک جسم، اپنے اطراف کے ماحول (یعنی حوالہ محددی فریم) کی مناسبت سے حالت ِ سکون میں ہے۔ ایسی حالت میں وقت کی مناسبت سے اُس کا ہٹاؤ مستقل رہے گا۔ اِس حالت کے لئے، خطی ہٹاؤ اور وقت کے درمیان درج ِ ذیل نوعیت کی ترسیم حاصل ہوتی ہے۔

اِس ترسیم سے ظاہر ہوتا ہے کہ ہٹاؤ اور وقت کے درمیان تیار ہونے والی ترسیم، ایک خط ِ مستقیم ہے جو کہ وقت کے محور کے ساتھ متوازی ہوتی ہے۔ اِس ترسیم کی ڈھلان (Slope) صفر ہوتی ہے۔ اِس سے ظاہر ہوتا ہے کہ اِس حالت میں خطی رفتار صفر ہوگی۔

(b) اگر جسم مستقل خطی رفتار سے حرکت کر رہا ہو (If the body is moving with constant velocity):۔

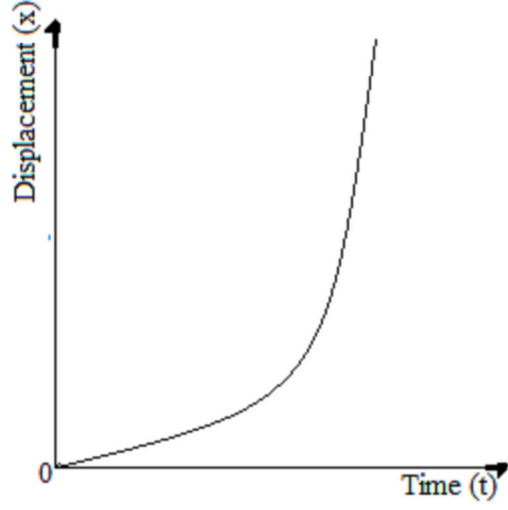
فرض کیجئے کہ ایک جسم، اپنے اطراف کے ماحول (یعنی حوالہ محددی فریم) کی مناسبت سے مستقل خطی رفتار سے حرکت کر رہا ہے۔ ایسی حالت میں وقت کی مناسبت سے اُس کا ہٹاؤ تبدیل ہوگا۔ اِس حالت میں، ہٹاؤ اور وقت کے درمیان تیار ہونے والی ترسیم درج ِ ذیل نوعیت کی ہوتی ہے۔

اِس ترسیم سے ظاہر ہوتا ہے کہ وقت کے تناسب کے ساتھ ہٹاؤ مستقل انداز میں بڑھ رہا ہے۔یعنی خطی رفتار مثبت انداز میں مستقل رہتی ہے۔

(c) اگر جسم متغیر خطی رفتار سے حرکت کر رہا ہو (If the body is moving with variable velocity):۔

فرض کیجئے کہ ایک جسم ، اپنے اطراف کے ماحول (یعنی حوالہ محددی فریم) کی مناسبت سے متغیر خطی رفتار (Changing Velocity) سے حرکت کر رہا ہے۔ ایسی حالت میں وقت کی مناسبت سے اُس کا ہٹاؤ تبدیل ہوگا۔اِس حالت میں، ہٹاؤ اور وقت کے درمیان تیار ہونے والی ترسیم درج ذیل نوعیت کی ہوتی ہے۔

رفتار۔وقت کا ترسیمی اظہار (Graphical representation of Velocity -Time curves):۔

کسی بھی جسم کی حرکت کا اظہار اور تجزیہ کرنے کیلئے ترسیمات (Graphs) کو استعمال کیا جاتا ہے، جو کہ دو مختلف طبعی مقداروں کے درمیان بنائے جاتے ہیں۔ اگر کسی جسم کی خطی حرکت کے دوران، اُس کے خطی رفتار (Linear Velocity) اور وقت (Time) کے درمیان ترسیم بنائی جائے تو اُس کی تین مختلف ممکنات ہو سکتے ہیں، جن کی تفصیلات درج ذیل ہیں۔

(a) اگر جسم مستقل رفتار سے حرکت کر رہا ہو۔(If the body moves with constant velocity)

اگر کوئی جسم مستقل رفتار (Constant Velocity) سے حرکت کر رہا ہو، تو اُس کے لئے رفتار۔وقت منحنی (Velocity-Time Curve) ایک خطِ مستقیم ہوگی، جو کہ وقت کے محور کے ساتھ متوازی ہوگی۔اِس کی ترسیم درج ذیل نوعیت کی ہوتی ہے۔

اِس ترسیم سے ظاہر ہوتا ہے کہ، اگر کوئی جسم مستقل خطی رفتار سے حرکت کر رہا ہو تو اُس کیلیئے رفتار۔وقت منحنی ایک خطِ مستقیم ہوتی ہے،جس کے نیچے کا رقبہ درج ِ ذیل ہوتا ہے،

خطی ہٹاؤ = وقت × خطی رفتار

$$S = V \,.\, t$$

S = Area under the curve

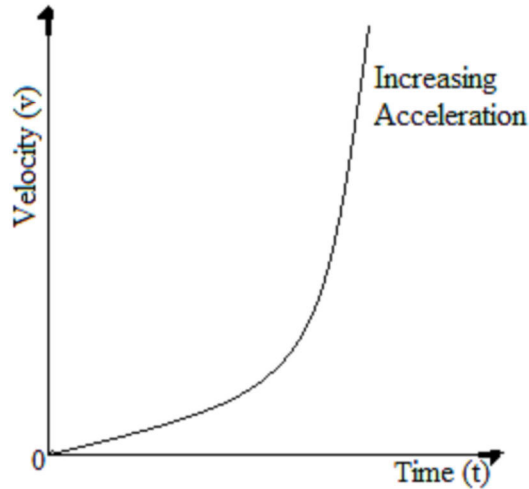
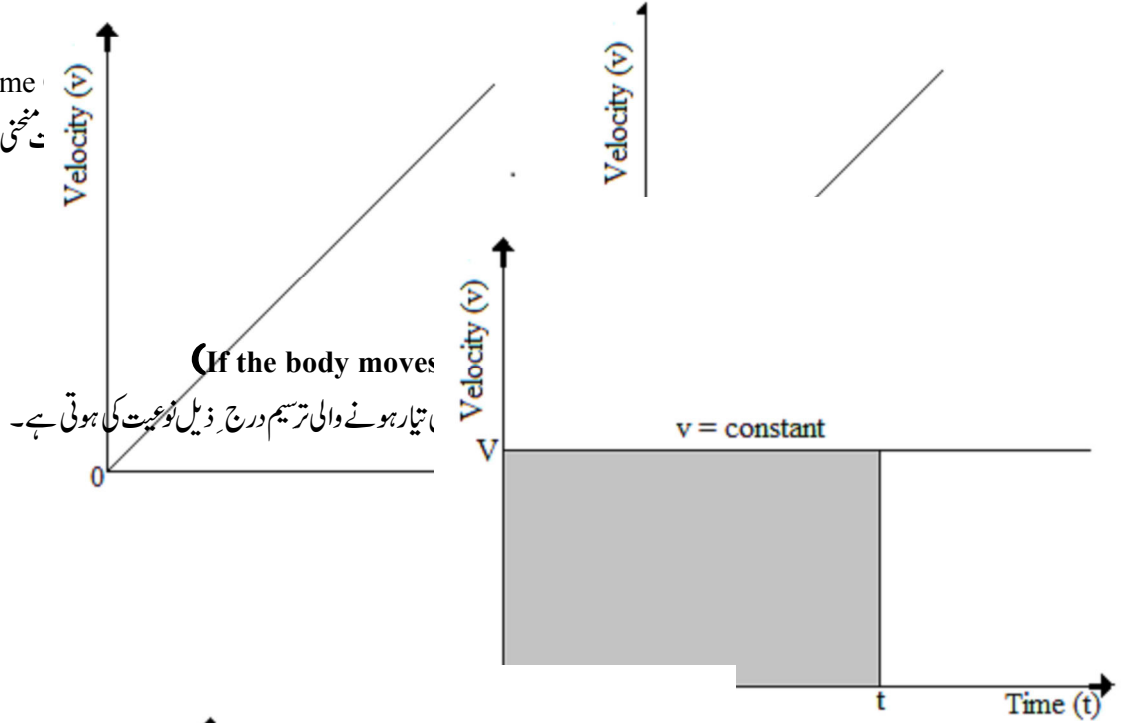
(Acceleration-Time)ایک خط
ت منحنی ایک خطِ مستقیم ہوتیہے جوکہ Y-

Velocity (v)
0

Velocity (v)

(If the body moves
تیار ہونے والی ترسیم درج ِ ذیل نوعیت کی ہوتی ہے۔

Velocity (v)
v = constant
V
t
Time (t)

Velocity (v)
Increasing Acceleration
0
Time (t)

نسبتی رفتار (Relative Velocity):۔

جب دو جسم، ایک ہی سمت میں یا ایک دوسرے سے مخالف سمتوں میں حرکت کرتے ہوں، تب یہ کہا جاتا ہے کہ وہ ایک دوسرے کی مناسبت سے حرکت کر رہے ہیں۔ایسی حالت میں،ایک جسم دوسرے کی مناسبت سے جس رفتار سے حرکت کرتا ہے،اُسے نسبتی رفتار کہا جاتا ہے۔

مثال کے طور پر،اگر دو ریل گاڑیاں ایک ہی سمت میں،ایک ہی رفتار سے،حرکت کر رہی ہوں،تب وہ دونوں ایک دوسرے کی مناسبت سے حالت ِ سکون میں آجاتی ہیں۔ یعنی ایک دوسرے کی مناسبت سے،اُن کی نسبتی رفتار صفر ہو جاتی ہے۔لیکن باہر زمین پر کھڑے ہوئے کسی شخص کے مطابق،یہ دونوں ریل گاڑیاں مساوی رفتاروں سے ایک ہی سمت میں حرکت کر رہی ہوتی ہیں۔

اگر ایک ریل گاڑی زیادہ تیز رفتار (V_1) میں ہو اور دوسری ریل گاڑی اُس کے مقابلے کم رفتار (V_2) میں ہو، تب پہلی ریل گاڑی، دوسری کے مقابلے ($V_1 - V_2$) نسبتی رفتار سے حرکت کرتی ہے۔ اگر دونوں ریل گاڑیاں، ایک دوسرے سے مخالف سمت میں حرکت کر رہی ہوں، تب ایک دوسرے کی مناسبت سے اُن کی نسبتی رفتار، اُن کی انفرادی رفتاروں کے مجموعے کے برابر ہوتی ہے۔ یعنی اگر ایک ریل گاڑی کی انفرادی رفتار V ہو اور دوسری کی انفرادی رفتار V_2 ہو، اور وہ دونوں ایک دوسرے سے مخالف سمت میں حرکت کر رہے ہوں، تب اُن کی نسبتی رفتار $(V_1 + V_2)$ ہوتی ہے۔

نسبتی رفتاروں کا تصور درج ِ ذیل ترسیمات میں دکھایا گیا ہے۔

درج ِ بالا ترسیم (a) سے ظاہر ہوتا ہے کہ اگر دو جسم ایک ہی سمت میں، ایک جیسی رفتاروں سے حرکت کر رہے ہوں، تب اُن کی ہٹاؤ۔وقت منحنی ایک دوسرے سے متوازی ہوتی ہیں۔ یعنی وہ دونوں ایک دوسرے کی مناسبت سے حالت ِ سکون میں ہوتے ہیں۔ ترسیم (b) سے ظاہر ہوتا ہے کہ اگر دو جسم ایک ہی سمت میں، مختلف رفتاروں سے حرکت کرتے ہوں، تب وہ ایک دوسرے کی مناسبت سے کچھ نسبتی رفتار سے حرکت کرتے ہیں۔ اِسی طرح سے، ترسیم (c) سے ظاہر ہوتا ہے کہ جب دو جسم ایک دوسرے سے مخالف سمتوں میں حرکت کرتے ہیں، تب اُن کی نسبتی رفتار، اُن کی انفرادی رفتاروں کے مجموعہ کے برابر ہوتی ہے۔

پروجیکٹائل یا گول انداز Projectile:۔

جب کسی جسم کو، زمین کی سطح سے، ایک مخصوص جھکاؤ کے زاویہ سے اُوپر کی جانب پھینکا جاتا ہے، تب وہ جسم زمین کی تجاذبی قوت کے زیرِ اثر حرکت کرنے لگتا ہے۔ اُس جسم کو گول انداز (Projectile) کہا جاتا ہے۔

Projectile عام طور ہر ایک مخصوص راستے سے مخصوص بلندی تک پہنچنے کے بعد نیچے گرنے لگتا ہے۔ اگر ہوا کے ذریعے پیدا ہونے والی رگڑ کو مکمل طور پر نظر انداز کریں تو Projectile کی حرکت درج ذیل دو حرکتوں کا ماحصل نظر آتی ہے۔

(۱) مستقل اسراع والی عمودی حرکت، اور

(۲) مستقل رفتار والی افقی حرکت

Projectile کی عام مثالیں درج ذیل ہیں۔

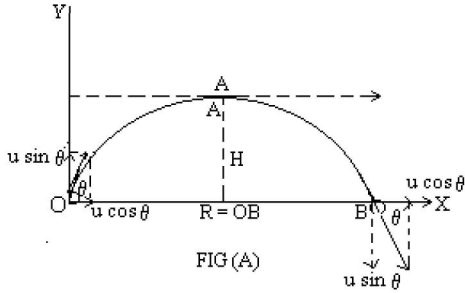
۱) اگر فٹ بال کو ہوا میں ایک کِک ماری جائے تو وہ گول انداز کے طور پر حرکت کرنے لگتا ہے۔

۲) توپ سے پھینکا گیا گولہ ہمیشہ Projectile ہوتا ہے۔

۳) ہوا میں، اُوپر کی جانب، کسی ایک سمت میں پھینکا گیا پتھر ہمیشہ Projectile ہوتا ہے۔

سوال نمبر(12) :۔Projectile کے راستے کی مساوات اخذ کیجئے؟

جواب:۔Projectile کا راستہ(Path of Projectile):۔

FIG (A)

خطِ مستقیم میں اسراعی حرکت کے دوران جسم کے ذریعے طے ہونے والا فاصلہ درج ذیل ہوتا ہے۔

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2 \text{ -------- } (1)$$

جب کسی جسم کو Projectile کے انداز میں اوپر پھینکا جاتا ہے۔ تب-----

$$s = y$$

$$u = u \sin q$$

$$a = -g$$

یہ قیمتیں مساوات (1) میں رکھنے پر

$$y = u \sin\theta \cdot t - \frac{1}{2} g . t^2 \quad \text{--------} (2)$$

اگر افقی سمت میں طے ہونے والا ہٹاؤ x ہو تو

$$x = u \cos\theta . t$$

$$t = \frac{x}{u \cos\theta}$$

یہ قیمتیں مساوات (2) میں رکھنے پر

$$y = u\ \sin\theta\ \frac{x}{u\cos\theta} - \frac{1}{2}g.\left(\frac{x}{u\cos\theta}\right)^2$$

$$y = x\tan\theta - \left(\frac{g}{2u^2\cos^2\theta}\right)x^2 ------(3)$$

اس مساوات میں u , q اور g مستقل ہیں۔

فرض کیجئے کہ

$$a = \tan\theta$$

اور

$$b = \frac{g}{2u^2\cos^2\theta}$$

$$y = ax - b\cdot x^2$$

اس مساوات کو Projectile کی مساوات کہتے ہیں۔ یہ مساوات فطرتاً شلجمی (parabola) کو ظاہر کرتی ہے۔ اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ Projectile کا راستہ ہمیشہ شلجمی نوعیت کا ہوتا ہے۔

Projectile کے اڑان کا وقفہ (Time of flight of Projectile) :۔ جب کسی Projectile کو اپنے ابتدائی مقام سے پھینکا جاتا ہے تب زمین پر واپس گرنے تک جو وقت درکار ہوتا ہے اسے Projectile کے اڑان کا وقفہ کہا جاتا ہے۔

اسے عام طور پر T سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ زمین کی سطح سے اوپر کی جانب پھینکنے کے بعد سب سے اوپری نقطہ تک پہنچنے پر اس کی عمودی رفتار صفر ہو جاتی ہے۔ اس حالت میں $v = o$ اور s =H ہوتے ہیں۔

فرض کیجئے کہ اس بلندی تک پہنچنے کے لئے درکار وقت t ہے ایسی حالت میں Projectile کی انتہائی رفتار درج ذیل ہوتی ہے۔

$$v = u\sin\theta - gt ------(1)$$

اگر $v = 0$ ہوتو

$$0 = u\sin\theta - gt$$

$$u\sin\theta = gt$$

$$t = \frac{u\sin\theta}{g} -------(2)$$

زمین کی سطح سے H بلندی تک پہنچنے کے لئے درکار وقت، درج بالا ضابطے سے معلوم کیا جاتا ہے۔ اتنا ہی وقت زمین کی سطح پر واپس آنے کے لئے درکار ہوتا ہے۔ اسی لئے Projectile کی اڑان کا وقفہ درج ذیل ہوتا ہے۔

$$T = 2.t$$

مساوات (2) استعمال کرنے پر

$$T = 2\frac{u\sin\theta}{g}$$

یہ ضابطہ Projectile کے اڑان کے وقفے کو ظاہر کرتا ہے۔

Projectile کے ذریعے پیدا ہونے والے اعظم افقی ہٹاؤ (Range of Projectile)

جب Projectile اپنے مقام سے اوپر کی جانب اٹھتا ہے تو اسکے ذریعے افقی سمت میں طے ہونے والے فاصلے کو اعظم افقی ہٹاؤ کہا جاتا ہے۔

اسے عام طور پر R سے ظاہر کرتے ہیں کسی بھی Projectile کے ذریعے طے ہونے والا اعظم افقی ہٹاؤ (Range) ہمیشہ درج ذیل ہوتا ہے۔

$$\text{خطی رفتار} = \frac{\text{فاصلہ}}{\text{وقت}}$$

$$u\cos\theta = \frac{R}{T}$$

$$R = T\cdot\cos\theta ------(1)$$

Projectile کی اڑان کا وقفہ درج ذیل ہوتا ہے۔

$$T = \frac{2u\sin\theta}{g}$$

یہ قیمت مساوات (1) میں استعمال کرنے پر

$$R = \frac{2u\sin\theta}{g}\cdot u\cos\theta$$

$$R = \frac{2u^2\sin\theta\cdot\cos\theta}{g}$$

$$R = \frac{u^2\sin(2\theta)}{g}$$

یہ ضابطہ Projectile کے زریعے طے ہونے والے اعظم افقی ہٹاؤ R کو ظاہر کرتا ہے۔

اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ گول انداز کی اڑان کی Range ہمیشہ

داغنے کے زاویہ (Angle of Projection) پر منحصر ہوتی ہے۔

نوٹ:۔ Projectile کے ذریعے طے ہونے والے اعظم افقی ہٹاؤ (Range) کو درج ذیل ضابطے سے ظاہر کیا جا ہے۔

$$R = \frac{u^2 \sin(2\theta)}{g}$$

R کی قیمت زیادہ سے زیادہ ہوسکتی ہے اگر (sin (2q کی قیمت اعظم ہو۔

$$\sin(2\theta) = +1$$

$$\therefore 2\theta = 90^0$$

$$\therefore \theta = 45^0$$

ثابت ہوتا ہے کہ Projectile کے ذریعے طے ہونے والا افقی ہٹاؤ (R)، زیادہ سے زیادہ ہوسکتا ہے اگر داغنے کا زاویہ 45^0 پیمائش کا ہو۔

Projectile کی اعظم بلندی (Maximum Height of Projectile)

جب کسی Projectile کو سطح زمین سے اوپر کی جانب پھینکا جاتا ہے تب وہ زمین کی سطح سے ایک مخصوص بلندی H تک پہنچتا ہے اس بلندی کو Projectile کی اعظم بلندی (Maximum Height) کہا جاتا ہے۔

Projectile کی اعظم بلندی کے لئے،

S = H اور

V=O

حرکتی مساوات کے مطابق

$$v^2 = u^2 - 2gs$$

$$O = u'^2 - 2gH$$

$$u'^2 = 2gH$$

$$H = \frac{u'^2}{2g} \text{--------} (1)$$

جب Projectile اپنی انتہائی بلندی پر پہنچتا ہے تب اسکی خطی رفتار درحقیقت عمودی ہوتی ہے۔

u' = usin q

$$H = \frac{u^2 \sin^2\theta}{2g}$$

یہ ضابطہ Projectile کی اعظم بلندی کو ظاہر کرتا ہے۔

<< ختم شدہ >>

4۔ قوت
(Force)

☆ **نصابی نقاط (Syllabus Points)**

1۔ قوت کا بنیادی تصور
2۔ قوت کی قسمیں
3۔ روزمرہ زندگی میں تجاذبی، برقی مقناطیسی، اور نیوکلیائی قوتوں کا عام تصور
4۔ قوت سے پیدا ہونے والا جھٹکا (Impulse of a force)
5۔ معیارِ حرکت کی بقاء کا قانون
6۔ لچکدار ٹکراؤ (Elastic Collision)
7۔ غیر لچکدار ٹکراؤ (Inelastic Collision)
8۔ جمودی حوالہ فریم کا تصور
9۔ اسراعی حوالہ فریم کا تصور
10۔ قوت کا دوراثر (Torque)
11۔ جفت اور جفت کی اہم خصوصیات
12۔ مرکز کمیت
13۔ مرکز ثقل
14۔ بے لوچ جسم (Rigid Body) میں توازن کی شرطیں
15۔ عددی سوالات

vvvvv

تعارف:(Introduction):۔ پچھلے اسباق میں ہم نے دیکھا کہ کس طرح مختلف جسم مختلف حالتوں میں مختلف قسم کی حرکتیں کرتے ہیں۔ ہم نے ان حرکتوں کو مفصل طریقہ سے سمجھنے کے لئے الگ الگ قوانین اور اصولوں کو بھی دیکھا اور اس بات کا اندازہ لگایا کہ کس طرح حسابی مساواتوں اور ضابطوں کو استعمال کر کے خطی ہٹاؤ، خطی رفتار، وغیرہ۔۔۔ کی مستقبل قریب میں قیمتیں معلوم کی جا سکتی ہیں۔ اسی طرح سے ہم نے ترسیمی تجزیہ کا بھی مطالعہ کیا۔

اب ہم آپ سے ایک بنیادی سوال پوچھتے ہیں، کسی بھی جسم کی حرکت کیوں ہوتی ہے؟ یا یہ کہ کسی بھی جسم کی حرکت میں تبدیلی کون پیدا کرتا ہے؟۔۔۔ اس بنیادی سوال کا جواب درحقیقت صرف ایک لفظ ہے۔۔۔ قوت۔۔۔ اب ہم اس سبق میں اسی لفظ 'قوت' کا مطالعہ کرینگے۔ قوت دراصل ایسی طبعئی مقدار ہے جس کی وجہ سے ہر قسم کی حرکت واقع ہوتی ہے۔ یعنی اگر قوت نہ ہو تو کسی بھی قسم کی حرکت ممکن نہ ہوگی۔

قوت سے متعلق، ہم سب ایک وجدانی نظریہ رکھتے ہیں۔ روزمرہ زندگی میں، ہمارے تجربے کی بنیاد پر، کسی شئے کو توڑنے مروڑنے، ڈھکیلنے اور لانے لیجانے کیلئے قوت کی ضرورت پڑتی ہے۔ جب ہم کسی چرخ جھولے میں جھولتے ہیں، یا کوئی متحرک شئے ہم سے ٹکراتی ہے تب ہمیں اپنے اُوپر قوت کے عمل (یا ضرب) کا احساس ہوتا ہے۔ قوت کے بارے میں اس وجدانی نظریے سے قوت کیلئے موزوں سائنسی تصور کی طرف بڑھنا ایک غیر معمولی سفر ہے۔ قوت کا صحیح تصور سب سے پہلے آئزک نیوٹن نے اپنے معروف 'قوانینِ حرکت' کی بنیاد پر پیش کیا۔ اُس نے دو مختلف جسموں کے درمیان مادی کشش کیلئے بھی قوت کی بالکل واضح شکل پیش کی تھی۔

یوں تو کلاس بنی دنیا میں مادی کشش کے ساتھ ساتھ ہمارا سامنا کئی دگر قسم کی قوتوں سے ہوتا ہے۔ لیکن موجودہ دور میں یعنی سائنس کی اس ترقی کے دور میں، اپنے فہم کی موجودہ سطح کے مطابق ہم مانتے ہیں کہ فطرت میں صرف چار بنیادی قوتیں ہیں، جن کے بارے میں یہاں مختصراً مطالعہ کرینگے!

vvvvv

سوال نمبر(1):۔ قوت سے کیا مراد ہے؟ قوت کی مختلف قسموں کی تفصیلی وضاحت کیجئے؟

جواب:۔ قوت (Force):۔ قوت ایک طبعی مقدار ہے۔ جس کے عمل کی وجہ سے کسی جسم کی حالت یا مقام میں رونما تبدیلی کو دیکھا جا سکتا ہے قوت کو کسی مخصوص انداز میں بیان نہیں کیا جا سکتا۔ قوت کی کچھ تعریفیں درج ذیل ہیں۔

(۱) قوت ایک ایسی طبعی مقدار ہے، جس کے عمل کی وجہ سے دنیا کی تمام تر چیزیں حرکت کرتی ہیں۔

(۲) قوت کے عمل کی وجہ سے جسم کے معیارِ حرکت میں تبدیلی پیدا ہوتی ہے۔ اِس سے ظاہر ہوتا ہے کہ معیارِ حرکت کی تبدیلی کی شرح ہمیشہ قوت کے برابر ہوتی ہے۔

(۳) قوت کے عمل کی وجہ سے جسم کی رفتار میں تبدیلی آجاتی ہے۔ اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ قوت ہمیشہ جسم کے خطی اسراع کے ساتھ راست تناسب میں ہوتی ہے۔

(۴) کسی بھی جسم پر عمل کرنے والی قوت، ہمیشہ اُس جسم کی کمیت اور اُس کے خطی اسراع کے حاصل ضرب کے برابر ہوتی ہے۔

عملی اسراع × کمیت = قوت

$$F = m \times a$$

قوت کی قسمیں (Types of Force):- کائنات میں پائے جانے والی مختلف قوتوں کو ان کی فطرت کے مطابق مختلف چار قسموں میں جماعت بن کیا گیا ہے، قوت کی یہ مختلف چار قسمیں درج ذیل ہیں۔

(۱) تجاذبی قوت (Gravitational Force):-

دو یا دو سے زیادہ جسموں کے درمیان ان کی کمیتوں کی وجہ سے جو قوت کشش پیدا ہوتی ہے۔ اسے تجاذبی قوت کہتے ہیں۔ یہ قوت بے انتہا باریک جوہری ذرات Atomic) (Particals کے درمیان بھی موجود ہوتی ہے اور بڑے بڑے فلکی اجسام (Heavenly Bodies) کے درمیان بھی ہوتی ہے۔ اس قوت کا فاصلہ اثر (Range) بہت زیادہ ہوتا ہے۔ جب کہ یہ کائنات کی کمزور ترین قوت (Weakest Force) ہوتی ہے۔

ثقلی قوت درحقیقت ایک ہمہ گیر قوت (Universal Force) ہے۔ دنیا میں واقع ہر شئے کائنات کی دوسری ہر ایک شئے کی وجہ سے اِس قوت کا احساس کرتی ہے۔ مثال کے طور پر زمین پر واقع سبھی اشیاء زمین کی ثقلی قوت کی وجہ سے کشش کا احساس کرتی ہیں۔ قوت کشش، بالخصوص، زمین کی چاند اور مصنوعی سیارچوں (Satellites) کے ذریعے کی جانے والی گردش، سیاروں کی سورج کے اطراف کی جانے والی گردش اور بلاشبہہ، زمین پر گرنے والی اجسام کی حرکت معین کرتی ہے۔ یہ کائنات میں واقع ہونے والے بڑے پیمانے کے مظاہر جیسے ستاروں (Stars)، کہکشاں (Galaxies) اور کہکشانی گچھوں (Galactic Clusters) کے بننے اور اُن کے ارتقاء میں سب سے اہم رول ادا کرتی ہے۔

(۲) برقی مقناطیسی قوت (Electro Magnetic Force):-

برقی باروں کے درمیان حالت سکون میں جو قوت کشش یا قوت دفع پائی جاتی ہے اسے برقی سکونی قوت (Electro static force) کہتے ہیں۔ جب یہی برقی بار حالت حرکت میں ہوتے ہیں تب ان کے درمیان مقناطیسی قوت پیدا ہو جاتی ہے۔ اس طرح سے برقی باروں کی حرکت کی وجہ سے پیدا ہونے والی مقناطیسی قوت درحقیقت برقی مقناطیسی قوت ہوتی ہے۔ برقی مقناطیسی قوت درحقیقت برقائے ہوئے ذرات کے درمیان لگنے والی قوت ہوتی ہے۔ برقی اور مقناطیسی اثرات کو ایک دوسرے سے علیحدہ نہیں کئے جاسکتے۔ اسی لئے اِس قوت کو برقی مقناطیسی قوت کا نام دیا گیا ہے۔

تجاذبی قوت کی طرح، برقی مقناطیسی قوت بھی لمبی دوریوں تک عمل پزیر رہتی ہے اور اس کے لئے بھی کسی مداخلت واسطے کی ضرورت نہیں ہوتی۔ مثال کے طور پر، ایک متعین دوری کے لئے دو پروٹان کے درمیان برقی قوت اُن کے بیچ کی تجاذبی قوت کی 10^{36} گنا ہوتی ہے۔ ہم جانتے ہیں کہ مادہ الیکٹران اور پروٹان جیسے ابتدائی باردار ذرات پر مشتمل ہوتا ہے۔ چونکہ برقی مقناطیسی قوت، تجاذبی قوت کے مقابلے بہت زیادہ طاقتور ہوتی ہے، اِسی لئے یہ جوہری اور سالماتی سطح پر تمام مظاہر میں فوقیت رکھتی ہے۔

(۳) قوی نیوکلیائی قوت (Strong Nuclear Force):-

کسی بھی جوہر کے مرکز میں پروٹون اور نیوٹرون نامی ذرّات پائے جاتے ہیں۔ ان ذرّات کے درمیان ایک بہت زیادہ طاقتور قوت کشش پائی جاتی ہے جسے قوی نیوکلیائی قوت کہتے ہیں۔

جوہر کے مرکزے میں موجود تمام پروٹان مثبت برقی باردار ہوتے ہیں۔ اِسی لئے اِن تمام پروٹان کے درمیان برقی سکونی قوت دفع (Repulsion) ہونی چاہیئے۔ لیکن اِس کے برعکس مرکزے کے اندر پائے جانے والے تمام تر پروٹان اور نیوٹران کے درمیان زبردست قوت کشش پائی جاتی ہے۔ اِس سے ظاہر ہوتا ہے کہ یہ قوت کشش فطرتاً برقی مقناطیسی قوت نہیں ہوسکتی۔ درحقیقت مرکزے کے اندر پائی جانے والی یہ قوی نیوکلیر قوت، برقی مقناطیسی قوت کے مقابلے 100 گنا طاقتور ہوتی ہے۔ اِس قوت کا برقی باروں کے ساتھ کوئی تعلق نہیں ہوتا ہے۔

نیوکلیائی قوت کائنات کی سب سے زیادہ طاقتور ترین قوت (Strongest Force) ہوتی ہے۔ لیکن اس قوت کا فاصلہ اثر یا سِعت (Range) بے انتہا کم ہوتی ہے، یعنی یہ قوت صرف چھوٹے سے مرکزے (Nucleus) کے اندر ہی بااثر ہوتی ہے۔ اگرچہ اِس قوت کی سِعت بہت ہی کم ہے یعنی تقریباً $10^{-15}\,m$ کے برابر جو کہ ایک مرکزے (Nucleas) کے سائز کے برابر ہوتا ہے، لیکن یہ قوت مرکزے کو زبردست استحکام (Stability) فراہم کرتی ہے۔

حال ہی میں ہوئی جدید طبعیات ( ) کی پیش رفت کے نتیجوں سے یہ نشاندہی ہوئی ہے کہ پروٹان اور نیوٹران دراصل اور بھی زیادہ بنیادی اجزا سے بنے ہوئے ہیں، جنہیں ’’کوارکس‘‘ (Quarks) کہا جاتا ہے۔ اِس سے ظاہر ہوتا ہے کہ قوی نیوکلیر قوت کا تعلق اِن بنیادی نوعیت کے ذرات (Elementary Particles) سے ہوسکتا ہے۔

(۴) کمزور نیوکلیائی قوت (Weak Nuclear Force):-

جب کسی مرکزے میں سے β- ذرات کا اخراج ہوتا ہے، یعنی β- تنزل کے دوران ایک مخصوص قسم کی قوت مرکزے میں ظہور پزیر ہوتی ہے، جسے کمزور نیوکلیائی قوت کہا جاتا ہے۔ جب مرکزے میں β- تنزل کا عمل واقع ہوتا ہے، تب وہاں سے ایک الیکٹران اور ایک Neutrino نامی غیر برقی باردار ذرہ خارج ہوتے ہیں۔

کمزور نیوکلیائی قوت، تجاذبی قوت کے مقابلے طاقتور ہوتی ہے، لیکن برقی مقناطیسی قوت اور قوی مقناطیسی قوت کے مقابلے کافی کمزور ہوتی ہے۔ اِس قوت کی سِعت یعنی فاصلہ ِ اثر (Range) نہایت ہی کم ہوتا ہے، جسکی قیمت تقریباً $10^{-16}\,m$ کے برابر ہوتی ہے۔

درج ِ بالا چاروں بنیادی قوتوں کا تقابلی مطالعہ درج ِ ذیل ہے۔

جن کے درمیان کام کرتی ہے۔	سعت (Range)	نسبتی طاقت	بنیادی قوتوں کے نام	نمبر شمار

نمبر شمار	قوت	نسبتی طاقت	دائرہ اثر	اثر انداز ہونے والے ذرات
۱	ثقلی قوت	10^{-39}	لامتناہی (Infinity)	کائنات کی تمام اشیاء
۲	کمزور نیوکلیر قوت	10^{-13}	بہت خفیف۔تحت نیوکلیائی سائز میں، یعنی $10^{-16}\ m$	کچھ بنیادی ذرات، مثلاً الیکٹران اور Neutrinos
۳	برقی مقناطیسی قوت	10^{-2}	لامتناہی (Infinity)	برقی باردار ذرات
۴	قوی نیوکلیائی قوت	1	بہت خفیف۔تحت نیوکلیائی سائز میں، یعنی $10^{-15}\ m$	مرکزوی بھاری ذرات، یعنی Protons & Neutrons

نوٹ(Important Note):۔

علم طبیعیات (Physics) کا ایک بنیادی جُز ' یکجائی کا اُصول ' (Principle of Unification) ہے۔ اِس اصول کے مطابق، طبیعیات میں ہورہی اہم پیش رفت اکثر مختلف نظریات اور دائرہ اثر کی یکجائی کے سلسلے میں ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر،

(۱) آئزک نیوٹن نے ارضی اور فلکیاتی میدانوں کو تجاذبی کشش کے عام قانون کے تحت یکجا کیا ہے۔

(۲) اورسٹیڈ اور فیراڈے کی تجرباتی دریافتوں نے ظاہر کیا ہے کہ برقی اور مقناطیسی مظاہر عمومی طور پر ایک دوسرے سے جُدا نہیں کیے جا سکتے۔

(۳) میکس ویل نے برقی مقناطیسیت (Electromagnetism) اور بصریات (Optics) کے دو بالکل مختلف میدانوں کو اس دریافت کے ساتھ یکجا کر دیا کہ نور (Light) خود ایک برقی مقناطیسی لہر ہے۔

(۴) آئنسٹائن نے ثقلی قوت اور برقی مقناطیسی قوت کو یکجا کرنے کی کوشش کی، لیکن وہ اپنی اس کوشش میں ناکام ثابت ہوئے۔

پچھلی کچھ دہائیوں میں اِس میدان میں کافی پیش رفت ہوئی ہے۔ برقی مقناطیسی قوت اور کمزور نیوکلیائی قوتوں کو اب یکجا کر دیا گیا ہے۔ آج کل اُن دونوں قوتوں کو یکجا طور پر واحد 'برقی کمزور قوت' کے الگ الگ بہروپ کے طور پر دیکھا جا رہا ہے۔ برقی کمزور اور قوی نیوکلیائی اور یہاں تک کہ ثقلی قوت کو بھی باقی بچی بنیادی قوتوں کے ساتھ یکجا کرنے کی کوشش کی گئی ہے، اور اب بھی یہ کوشش جاری ہے۔ اِس طرح کے متعدد تصورات اب بھی خیالی اور غیر فیصلہ کن ہیں۔ درج ِ ذیل جدول میں، اِن تمام قوتوں کی یکجائی کی سمت میں حاصل ہوئی پیش رفت کے اہم ترین سنگ ِ میل کا بنیادی خلاصہ پیش کیا گیا ہے۔

طبیعیات داں کا نام (Physicist)	سال	یکجائی کے عمل میں حصول
آئزک نیوٹن (Isaac Newton)	1687	ارضی اور فلکیاتی میکانیات کو یکجا کر کے ثابت کیا کہ دونوں علاقوں میں قوانین حرکت اور ثقلی قانون یکساں انداز میں لاگو ہوتے ہیں۔
اورسٹیڈ (Oersted) اور فیراڈے (Faraday)	1820 1830	ثابت کیا کہ برقی اور مقناطیسی مظاہر ایک، یکجا علاقے کے ایک دوسرے سے علیحدہ نہیں کیے جاسکنے والے پہلو ہیں۔
میکس ویل (J. C. Maxwell)	1873	برق ، مقناطیسیت اور بصریات کو یکجا کیا، اور ثابت کیا کہ نور ایک برقی مقناطیسی لہر ہے۔
شیلڈن گلیشو، عبدالسلام اور اسٹیون وین برگ	1979	ثابت کیا کہ کمزور نیوکلیائی قوت اور برقی مقناطیسی قوت، درحقیقت ایک واحد برقی کمزور قوت کے دو مختلف پہلوؤں کی مانند ہے۔
کارلو روبیا اور سائمن وانڈر میر	1984	برقی کمزور قوت کے نظریہ کے پیش کردہ پیشن گوئیوں کو تجرباتی بنیاد پر ثابت کیا۔

سوال نمبر(2):۔ درج ِ ذیل اصطلاحات کی وضاحت کیجئے۔

(۱) حقیقی قوت (۲) کاذب قوت

جواب:۔**(۱) حقیقی قوت(Real Force):۔**

ایسی قوت جو قدرت میں پائے جانے والے معلوم تعاملات (known interactions) کے نتیجہ میں پیدا ہوتی ہے، اُسے حقیقی قوت کہتے ہیں۔
اِن قوتوں کے مبدے اور ابتداء مخصوص ہوتے ہیں، اور اُس جسم کے باہر ہوتے ہیں، جس پر یہ قوتیں عمل کر رہی ہوتی ہیں۔ اِن قوتوں کو تمام معلوم تعاملات کی بنیاد پر واضح کیا جسکتا ہے۔ مثلاً تجاذبی قوت، مرکزوی قوت، برقی مقناطیسی قوت وغیرہ۔

حقیقی قوتوں کی کچھ مثالیں درج ِ ذیل ہیں۔

(۱) سورج کے اطراف ہماری زمین، ثقلی قوت (Gravitational Force) کشش کی وجہ سے گردش کر رہی ہے۔

(۲) آپس میں تعلق بنائی ہوئی دو ٹھوس سطحوں کے درمیان قوت ِ رگڑ (Frictional Force) پیدا ہو جاتی ہے۔

(2) کاذب قوت(Pseudo Force):۔

ایسی قوت جو قدرت میں پائے جانے والے عموماً معلوم تعاملات (known interactions) کے نتیجہ میں پیدا نہیں ہوتی، اُسے کاذب قوت یا مجازی قوت کہا جاتا ہے۔

کاذب قوت کے تصور کو سمجھنے کیلئے روزمرہ زندگی کی ایک مثال پر غور کرتے ہیں۔ جب ہم بس میں (سیٹ پر بیٹھے ہوئے) سفر کرتے ہیں تو ہمارا مکمل جسم جمود (Inertia) کی وجہ حرکت کی حالت میں رہتا ہے۔ اگر اچانک بس کو بریک لگا دیا جائے تو ہم اُسی وقت آگے کی جانب ایک فوری جھٹکا یا جھکاؤ محسوس کرتے ہیں۔ ہمارا آگے کی جانب جھکنا، درحقیقت کسی بیرونی قوت کے عمل کے نتیجہ میں نہیں ہوا ہے۔ اِسی لئے اِس عمل کو نیوٹن کے قوانین حرکت کی بنیاد پر سمجھ پانا ممکن نہیں ہے۔ اِس طرح کی حالتوں میں، ایک ایسی قوت کے تصور کو سامنے لایا جاتا ہے، جو کہ کسی حقیقی منبع سے تعلق نہیں رکھتی۔ ایسی ہی قوتوں کو مجازی قوت یا کاذب قوت کہا جاتا ہے۔

مجازی قوت یا کاذب قوت کی روزمرہ زندگی میں پائی جانے والی چند مثالیں درج ذیل ہیں۔

(ا) جب کوئی گاڑی، کسی دائروی موڑ (Circular Turning) سے گزرتی ہے، تب اُس میں بیٹھے تمام مسافر اچانک منحنی راستے کے مرکز سے باہر کی جانب جھکاؤ محسوس کرتے ہیں۔ یہ عمل درحقیقت ایک مجازی قوت کی وجہ سے پیدا ہوتا ہے، جسے مرکز گریز قوت (Centrifugal Force) کہا جاتا ہے۔

(۲) جب ہم کسی اُفقی دائرے میں گھوم رہے جھولے (Merry-go-round) میں بیٹھتے ہیں، تب اُس اُفقی دائرے کے مرکز سے باہر کی جانب ہمارا جسم پھینکا جاتا ہے۔ یہ عمل مرکز گریز قوت کی وجہ سے ہوتا ہے، جو کہ ایک کاذب قوت ہوتی ہے۔

(۳) کپڑے دھونے کی مشین (Washing Machine) میں دھلے ہوئے گیلے کپڑوں کو سکھانے کیلئے Drier استعمال کیا جاتا ہے، جس میں کپڑوں کو تیزی سے گول گھماتے ہیں۔ کپڑوں کی اِس گھمانے والی حرکت کی وجہ سے پانی کی بوندیں باہر پھینکی جاتی ہیں۔ یہ عمل ایک کاذب قوت کی وجہ سے ہوتا ہے۔

سوال نمبر(3):۔ ثقلی قوت سے کیا مراد ہے؟ اُس کی وضاحت کیجئے۔

جواب:۔**ثقلی قوت (Gravitational Force):۔**

دو مختلف جسموں کے درمیان، اُن کی کمیتوں کی وجہ سے پیدا ہونے والی قدرتی قوت کو ثقلی قوت یا تجاذبی قوت کہتے ہیں۔

یہ ایک آفاقی قوت ہوتی ہے، جو کہ چھوٹے سے چھوٹے ذرات سے لے کر بڑے بڑے فلکیاتی اجسام کے درمیان بھی پائی جاتی ہے۔ اِس قوت کی وضاحت، سب سے پہلے آئزک نیوٹن نے 1687 میں پیش کیا تھا، جس کے مطابق دو جسموں کے درمیان پائی جانے والی تجاذبی قوت ہمیشہ اُن جسموں کی کمیتوں کے حاصل ضرب سے راست تناسب میں ہوتی ہے اور اُن کے درمیانی فاصلے کے مربع سے معکوس تناسب میں ہوتی ہے۔ اِسے نیوٹن کا آفاقی کلیہ تجاذب کہا جاتا ہے۔ اِس کا ریاضیاتی ضابطہ درج ذیل ہے۔

$$F = \frac{G.M_1.M_2}{r^2}$$

یہاں G ایک مستقل ہے، جسے آفاقی ثقلی مستقل (Universal Gravitational Constant) کہا جاتا ہے۔ اِس کی قیمت سب سے پہلے Cavendish نامی طبعیات داں نے دریافت کی تھی، جو کہ درج ذیل ہے۔

$$G = 6.67 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2$$

ثقلی قوت کی اہم خصوصیات درج ذیل ہیں۔

(ا) ثقلی قوت ہمیشہ صرف ایک قوت کشش (Always Attractive) ہی ہوتی ہے۔ یعنی یہ دفع کا عمل (Repulsion) نہیں دکھاتی۔

(۲) یہ قوت خورد بینی (Microscopic Level) اور کلاں بینی (Macroscopic Level) دونوں علاقوں کیلئے یکساں طور پر قابلِ عمل ہوتی ہے۔

(۳) اِس قوت کی وسعت (Range) لامتناہی فاصلوں تک وسیع ہوتی ہے۔

(۴) یہ قوت، دوسری فطری قوتوں کے مقابلے نہایت ہی کمزور ہوتی ہے۔

(۵) یہ قوت ہمیشہ معکوس مربعی قانون (Inverse Square Law) کے مطابق عمل کرتی ہے۔

(۶) یہ قوت، دو جسموں کے درمیان پائے جانے والے واسطے (Intervening Medium) پر منحصر نہیں ہوتی ہے۔

سوال نمبر(4):۔ برقی مقناطیسی قوت سے کیا مراد ہے؟ اُس کی وضاحت کیجئے۔

جواب: برقی مقناطیسی قوت (Electromagnetic Force):۔

اگر دو مختلف برقی بار حالتِ سکون میں ہوں تو اُن کے درمیان برقی سکونی قوت (Electrostatic Force) پیدا ہو جاتی ہے۔ اور اگر یہی دونوں برقی بار حالتِ حرکت میں ہوں تو اُن کے درمیان مقناطیسی قوت (Magnetic Force) پیدا ہو جاتی ہے۔ اِس سے ظاہر ہوتا ہے کہ دو برقی باروں کے درمیان نسبتی حرکت (Relative Motion) ہو تو اُن کے درمیان ایک مخصوص قوت پیدا ہو جاتی ہے، جسے برقی مقناطیسی قوت (Electromagnetic Force) کہا جاتا ہے۔

برقی مقناطیسی قوت کی اہم خصوصیات درج ذیل ہیں۔

(ا) یہ قوت، کشش اور دفع دونوں پہلو دکھاتی ہے۔

(۲) یہ قوت، ثقلی قوت کے مقابلے بہت زیادہ طاقتور ہوتی ہے۔

(۳) یہ قوت ہمیشہ معکوس مربعی قانون (Inverse Square Law) کے مطابق عمل کرتی ہے۔

(۴) اِس قوت کی وسعت (Range) بہت زیادہ، یعنی لامحدود حد تک طویل ہوتی ہے۔

(۵) یہ قوت ہمیشہ دو جسموں کے درمیان پائے جانے والے واسطے (Intervening Medium) پر منحصر ہوتی ہے۔

سوال نمبر(5):۔ قوی نیوکلیائی قوت سے کیا مراد ہے؟ اس کی وضاحت کیجئے۔

جواب: قوی نیوکلیائی قوت(Strong Nuclear Force):۔

کسی بھی جوہر کے مرکزے(Nucleus) میں پائے جانے والے مرکزوی ذرات(Protons and Neutrons) کے درمیان ایک زبردست قوتِ کشش پائی جاتی ہے، جسے قوی نیوکلیائی قوت کہا جاتا ہے۔

جوہر کے مرکزے میں موجود تمام پروٹان مثبت برقی باردار ہوتے ہیں۔اسی لئے اِن تمام پروٹان کے درمیان برقی سکونی قوت دفع(Repulsion) ہونی چاہیئے ۔ لیکن اِس کے برعکس مرکزے کے اندر پائے جانے والے تمام تر پروٹان اور نیوٹران کے درمیان زبردست قوت کشش پائی جاتی ہے۔اِس سے ظاہر ہوتا ہے کہ یہ قوت کشش فطرتاً برقی مقناطیسی قوت نہیں ہوسکتی۔درحقیقت مرکزے کے اندر پائی جانے والی یہ قوی نیوکلیر قوت، برقی مقناطیسی قوت کے مقابلے 100 گنا طاقتور ہوتی ہے۔اِس قوت کا برقی باروں کے ساتھ کوئی تعلق نہیں ہوتا ہے۔

اِس قوت کی اہم خصوصیات درج ِ ذیل ہیں۔

(۱) یہ قوت،صرف کشش(Always attractive) کا مظاہرہ کرتی ہے۔

(۲) اِس قوت کی سِعت (Range) بہت ہی چھوٹی یعنی تقریباً $10^{-15} m$ ہوتی ہے۔

(۳) یہ کائنات میں پائی جانے والی سب سے زیادہ طاقتور ترین(Strongest Force) قوت ہوتی ہے۔

(۴) یہ قوت،معکوس مربعی قانون(Inverse Square Law) کے مطابق عمل نہیں کرتی ہے۔

(۵) یہ قوت، برقی باروں سے مطلق العنان ہوتی ہے۔

سوال نمبر(6):۔ کمزور نیوکلیائی قوت سے کیا مراد ہے؟ اس کی وضاحت کیجئے۔

جواب: کمزور نیوکلیائی قوت(Weak Nuclear Force):۔

جب کسی مرکزے میں سے β- ذرات کا اخراج ہوتا ہے،یعنی β- تنزل کے دوران ایک مخصوص قسم کی قوت مرکزے میں ظہور پزیر ہوتی ہے، جسے کمزور نیوکلیائی قوت کہا جاتا ہے۔جب مرکزے میں β- تنزل کا عمل واقع ہوتا ہے،تب وہاں سے ایک الیکٹران اور ایک Neutrino نامی غیر برقی باردار ذرہ خارج ہوتے ہیں۔

کمزور نیوکلیائی قوت کی اہم خصوصیات درج ِ ذیل ہیں۔

(۱) یہ قوت ہمیشہ کوئی دو بنیادی ذرات(Elementary Particles) کے درمیان پائی جاتی ہے۔

(۲) یہ قوت،قوی نیوکلیائی قوت اور برقی مقناطیسی قوت کے مقابلے میں نہایت ہی کمزور ہوتی ہے۔

(۳) یہ قوت، ثقلی قوت کے مقابلے میں طاقتور ہوتی ہے۔

(۴) اِس قوت کی سِعت (Range) نہایت ہی چھوٹی ہوتی ہے،یعنی مرکزے کی سائز کے برابر ہوتی ہے۔

سوال نمبر(7):۔ قوت کے جھٹکے سے کیا مراد ہے؟ اس کی وضاحت کیجئے۔

جواب:۔ قوت کا جھٹکا (Impulse of Force):۔

کبھی کبھی ہمارے سامنے ایسی مثالیں آتی ہیں، جن میں کسی جسم پر کوئی بڑی قوت، بہت ہی کم وقت کے لئے عمل پزیر رہ کر اُس جسم کے معیارحرکت میں ایک متناہی تبدیلی پیدا کردیتی ہے۔مثال کے طور پر، جب کوئی گیند کسی دیوار سے ٹکرا کر واپس آتی ہے، تب دیوار کے ذریعے گیند پر لگنے والی قوت بہت کم وقت کے لئے (جتنے وقت تک دونوں رابطے میں ہوتے ہیں۔) عمل پزیر رہتی ہے تو بھی یہ قوت گیند کے معیارحرکت کی سمت بدلنے کے لئے کافی ہوتی ہے۔اکثر ان حالات میں قوت اور دوران وقت کو الگ الگ متعین کرنا مشکل ہوتا ہے۔لیکن قوت اور وقت کا حاصل ضرب، جو جسم کے معیارحرکت کی تبدیلی ہے،ایک پیمائش کے لائق قدر ہے۔اِس حاصل ضرب کو جھٹکا یا دھکا کہتے ہیں۔

نوٹن کے دوسرے قانون حرکت کے مطابق،قوت ہمیشہ معیارحرکت کی تبدیلی کی شرح کے برابر ہوتی ہے۔

وقت / معیارحرکت کی تبدیلی = قوت

$$F = \frac{P_2 - P_1}{t}$$

$$F.t = P_2 - P_1$$

$$F.t = m.(v - u)$$

$$\text{Impulse} = m.(v - u)$$

یہ ضابطہ قوت کے جھٹکے کو ظاہر کرتا ہے۔اِس ضابطے سے ظاہر ہوتا ہے کہ S. I. نظام میں جھٹکے کی اکائی N. s ہوتی ہے۔اِسی طرح سے اِس کا ابعاد درج ِ ذیل ہوتا ہے۔

$$[L^1, M^1, T^{-1}]$$

سوال نمبر(8):۔معیارحرکت سے کیا مراد ہے؟اسکی اکائی اور ابعاد حاصل کیجئے؟

جواب:۔ معیارحرکت (Momentum):۔ خطی حرکت کرنے والے جسم کی کمیت اور اس کے خطی رفتار کے حاصل ضرب کو معیارحرکت کہتے ہیں۔

اسے عام طور پر P سے ظاہر کرتے ہیں۔اور اس کا ضابطہ درج ذیل ہوتا ہے۔

معیارحرکت = کمیت X رفتار

$$P = m.v$$

اکائی اور ابعاد (Unit and Dimension):۔ SI نظام میں معیارحرکت کی اکائی kg.m/s ہوتی ہے اور اس کا ابعاد درج ذیل ہوتا ہے۔

$$[L^1 \ M^1 \ T^{-1}]$$

سوال نمبر(9):۔ معیارحرکت کی بقاء کا قانون بیان کیجئے اور اسکی وضاحت کیجئے؟

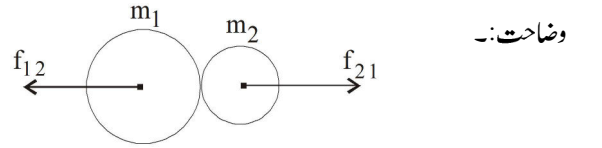
جواب:۔ معیارحرکت کی بقاء کا قانون (Law of Conservation of Momentum):۔

نیوٹن کے تیسرے قانون کے مطابق ہر عمل کا ردِّ عمل مساوی لیکن مخالف ہوتا ہے۔ جب کسی نظام میں قوتوں کا عمل ہوتا ہے۔ تب اس نظام میں معیارحرکت میں تبدیلی پیدا ہوتی ہے۔ معیارحرکت میں پیدا ہونے والی یہ تبدیلی ہمیشہ اسطرح ہوتی ہے کہ اگر نظام کے کسی ایک جز کا معیارحرکت بڑھتا ہے تو اس نظام کے کسی دوسرے جز کا معیارحرکت اتنی ہی شرح سے کم ہو جاتا ہے۔ اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ اس نظام کا مجموعی معیارحرکت ہمیشہ مستقل رہتا ہے۔

یہ تصور معیارحرکت کی بقاء کے قانون کی وضاحت کرتا ہے۔ اسے درج ذیل نداز میں بیان کیا جاسکتا ہے۔

''اگر کسی جسم پر عمل کرنے والی بیرونی قوت صفر ہو تو اس جسم کا معیارحرکت مستقل رہتا ہے۔''

اس بیان کو معیارحرکت کی بقاء کا قانون کہتے ہیں۔

وضاحت:۔

فرض کیجئے کہ دو جسموں کی کمیتیں بالترتیب m_1 اور m_2 ہیں، ایکدوسرے سے ٹکراتے ہیں۔ ٹکراؤ کے دوران پہلا جسم دوسرے جسم پر F_{12} قوت کا عمل کرتا ہے۔ اسی طرح سے دوسرا جسم پہلے جسم پر F_{21} قوت کا عمل کرتا ہے۔ نیوٹن کے تیسرے قانون حرکت کے مطابق،

$$\vec{F_{12}} = -\vec{F_{21}} \text{-------------} (1)$$

قوت ہمیشہ معیارحرکت کی تبدیلی کی شرح کے برابر ہوتی ہے۔

$$\vec{F} = \frac{\Delta P}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow \quad \frac{\Delta P_{21}}{\Delta t} = -\frac{\Delta P_{12}}{\Delta t}$$

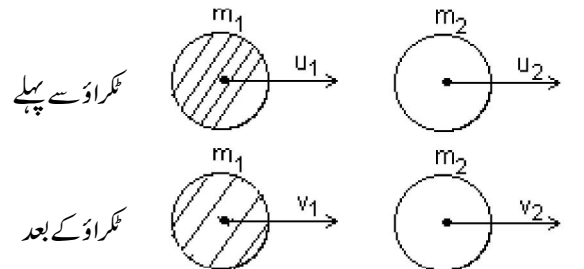
$$\Delta P_{21} = -\Delta P_{12}$$

$$\boxed{\Delta P_{21} + \Delta P_{12} = 0}$$

اس مساوات سے ظاہر ہوتا ہے کہ دو جسموں سے بنے اس نظام میں معیارحرکت میں پیدا ہونے والی مجموعی تبدیلی صفر ہوتی ہے۔ یعنی معیارحرکت مستقل رہتا ہے۔

سوال نمبر(10) :۔ لچکدار ٹکراؤ کی وضاحت کیجئے؟

جواب:۔ لچکدار ٹکراؤ (Elastic Collision):۔ دو جسموں کے درمیان ہونے والا ایسا ٹکراؤ جس کے دوران نظام کی کل توانائی اور مجموعی معیارحرکت مستقل رہتے ہیں اسے لچکدار ٹکراؤ کہا جاتا ہے۔

ٹکراؤ سے پہلے

ٹکراؤ کے بعد

فرض کیجئے کہ دو کروی جسموں کی کمیتیں بالترتیب m_1 اور m_2 ہیں۔ ایک ہی سمت میں خطی حرکت کے دوران ٹکراؤ سے پہلے ان کی خطی رفتاریں u_1 اور u_2 ہیں۔ اور ٹکرانے کے بعد ان کی خطی رفتاریں v_1 اور v_2 ہوجاتی ہیں۔

خطی معیارحرکت کی بقاء کے قانون کے مطابق،

$$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2 \text{ --------- } (1)$$

توانائی کی بقاء کے قانون کے مطابق۔

$$\frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2 = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 \text{ ---- } (2)$$

مساوات (1) سے ظاہر ہوتا ہے کہ

$$m_1(u_1 - v_1) = m_2(u_2 - v_2) \text{--------}(3)$$

مساوات (2) سے ظاہر ہوتا ہے کہ

$$m_1(u_1^2 - v_1^2) = m_2(u_2^2 - v_2^2) \text{--------}(4)$$

مساوات (4) کو مساوات (3) تقسیم کرنے پر

$$u_1 + v_1 = v_2 + u_2$$

$$u_1 - u_2 = v_2 - v_1$$

$$u_1 - u_2 = -(v_1 - v_2) \text{-----------}(5)$$

مساوات (5) سے ظاہر ہوتا ہے کہ

$$v_2 = u_1 - u_2 + v_1 \text{------------}(6)$$

مساوات(6) کو مساوات (3) میں استعمال کرنے پر

$$m_1(u_1 - v_1) = m_2(u_1 + v_1 - 2u_2)$$

$$\therefore \quad m_1u_1 - m_1v_1 = m_2u_1 + m_2v_1 - 2m_2u_2$$

$$\therefore \quad m_1u_1 - m_2u_1 = m_1v_1 + m_2v_1 - 2m_2u_2$$

$$\text{or} \quad u_1(m_1 - m_2) = v_1(m_1 + m_2) - 2m_2u_2$$

$$\text{or} \quad v_1(m_1 + m_2) = u_1(m_1 - m_2) + 2m_2u_2$$

$$\therefore \quad v_1 = \frac{u_1(m_1 - m_2) + 2m_2u_2}{(m_1 + m_2)}$$

$$\text{or} \quad v_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}u_1 + \frac{2m_2}{m_1 + m_2}u_2 \text{----}(7)$$

مساوات(7) کو مساوات(6) میں رکھنے پر

$$v_2 = u_1 - u_2 + \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}u_1 + \frac{2m_2}{m_1 + m_2}u_2$$

$$v_2 = \left(1 + \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\right)u_1 + \left(-1 + \frac{2m_2}{m_1 + m_2}\right)u_2$$

$$v_2 = \left(\frac{2m_1}{m_1 + m_2}\right)u_1 + \left(\frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2}\right)u_2 \text{------}(8)$$

مساوات(7) اور مساوات (8) ٹکراؤ کے بعد دیئے گئے جسموں کی خطی رفتاروں کو ظاہر کرتے ہیں۔

کچھ مخصوص امکانات پر غور کرتے ہیں۔

Case I:۔ اگر $m_1 = m_2$ ہو تو

$$(7) \Rightarrow v_1 = u_2$$

$$(8) \Rightarrow v_2 = u_1$$

اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ اگر دو مساوی کمیتوں کے کرّوں کے درمیان لچکدار ٹکراؤ ہوتا ہو تو ٹکراؤ کے بعد ان کی خطی رفتاریں ادلا بدلی (Exchanged) ہو جاتی ہیں۔

Case II:۔ اگر m_2 ابتدائی میں حالت سکون میں ہو تو $u_2 = o$

$$(7) \Rightarrow v_1 = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\right)u_1$$

$$(8) \Rightarrow v_2 = \left(\frac{2m_2}{m_1 + m_2}\right)u_1$$

اگر $m_1 = m_2$ ہو تو

اور $v_1 = 0$

$v_2 = u_1$

اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ اگر دو کرّ وی جسم مساوی کمیت رکھتے ہوں اور ایک کرہ حالت سکون میں ہو تو ٹکرانے کے بعد دوسرا کرہ حالت سکون میں آ جاتا ہے اور پہلا کرّہ دوسرے کی رفتار سے اسی سمت حرکت کرنے لگتا ہے۔

Case III:۔ اگر m_1 کے مقابلے m_2 بہت بڑا ہو تو

اور $v_1 = -u_1$

$v_2 = 0$

اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ ٹکراؤ کے بعد بڑے کرّے پر کوئی فرق نہیں پڑتا جبکہ چھوٹے کرّے کی رفتار مخالف ہو جاتی ہے۔

Case IV: اگر m_1 کے مقابلے m_2 بہت چھوٹا ہو اور m_2 حالت سکون میں ہو تو ٹکراؤ کے بعد

اور $v_1 = u_1$

$v_2 = 2u_1$

اس ظاہر ہوتا ہے کہ بڑے کرّے کی رفتار پر کوئی اثر نہیں پڑتا جبکہ چھوٹا کرّہ بڑے کی ابتدائی رفتار سے دوگنی رفتار سے حرکت کرنے لگتا ہے۔

سوال نمبر(11):۔ غیر لچکدار ٹکراؤ کی وضاحت کیجئے؟

جواب:۔ غیر لچکدار ٹکراؤ (Inelastic Collision):۔ دو جسموں کے درمیان ہونے والا ایسا ٹکراؤ جس کے دوران نظام کا مجموعی معیار حرکت مستقل رہتا ہو لیکن کل توانائی مستقل نہ رہتی ہو اسے غیر لچکدار ٹکراؤ کہتے ہیں۔

عام طور پر غیر لچکدار ٹکراؤ میں توانائی ہمیشہ کسی نہ کسی شکل میں ضائع ہو جاتی ہے۔

غیر لچکدار ٹکراؤ کے دوران ٹکراؤ کے بعد ہمیشہ جسم کی اضافی رفتار (Relative Velocity) صفر ہوتی ہے۔

فرض کیجئے کہ m_1 اور m_2 دو کرّوی جسم ہے جن کی ٹکراؤ سے پہلے خطی رفتار u_1 اور u_2 اور ٹکرانے کے بعد دونوں کرّوں کی ایک ہی سمت میں ہونے والی خطی رفتار (v) ہے۔

خطی معیار حرکت کے بقاء کے قانون کے مطابق،

$$m_1u_1 + m_2u_2 = (m_1 + m_2)\, v$$

$$v = \frac{m_1u_1 + m_2u_2}{m_1 + m_2}$$

اگر m_2 ابتداء میں حالت سکون میں ہو تو $u_2 = o$ ہوتا ہے۔

$$v = \frac{m_1u_1}{m_1 + m_2}$$

اس ٹکراؤ کے دوران ابتدائی توانائی بالحرکت درج ذیل ہوتی ہے۔

$$\text{ابتدائی توانائی بالحرکت} = \frac{1}{2}m_1u_1^2 \; ----(1)$$

اس عمل کے دوران ٹکراؤ کے بعد انتہائی توانائی بالحرکت درج ذیل ہوتی ہے۔

$$\text{انتہائی توانائی بالحرکت} = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)\left[\frac{m_1u_1}{m_1 + m_2}\right]^2 \; -----(2)$$

مساوات (1) کو (2) مساوات سے تقسیم کرنے پر

$$\frac{\text{ابتدائی توانائی بالحرکت}}{\text{انتہائی توانائی بالحرکت}} = \frac{\frac{1}{2}m_1u_1^2}{\frac{1}{2}(m_1 + m_2)\left[\frac{m_1u_1}{m_1 + m_2}\right]^2}$$

مساوات (1) کو (2) مساوات سے تقسیم کرنے پر

انتہائی توانائی بالحرکت > ابتدائی توانائی بالحرکت

ثابت ہوتا ہے کہ ٹکراؤ کے بعد انتہائی توانائی بالحرکت کم ہو جاتی ہے۔ یعنی غیر لچکدار ٹکراؤ کے دوران توانائی کسی نہ کسی شکل میں ضائع ہوتی ہے۔

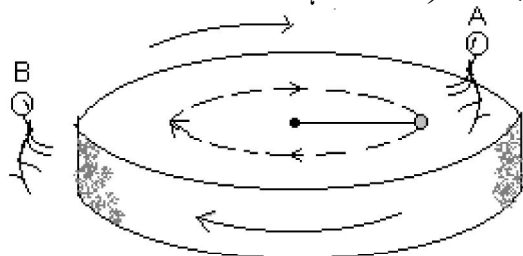
سوال نمبر(12):۔ جمودی اور اسراعی حوالہ فریموں کے تصور کی وضاحت کیجئے؟

جواب:۔ حوالہ فریم (Frame of Reference):۔ کسی بھی جسم کی حرکت کا مطالعہ (مشاہدہ) کرنے کے لئے جس محدّدی نظام (Co-ordinate system) کو استعمال کیا جاتا ہے۔ اسے حوالہ فریم کہا جاتا ہے۔

حوالہ فریم کی دو اہم قسمیں ہوتی ہیں۔

۱) جمودی حوالہ فریم (Inertial Frame of Reference):۔ اگر حوالہ فریم اپنی جگہ ساکن ہو یا مستقل خطی رفتار سے حرکت کرتی ہو تو اسے جمودی حوالہ فریم کہتے ہیں۔ اس حوالہ فریم پر کسی قسم کا اسراع عمل نہیں کرتا ہے۔ اسی لئے اسے غیر اسراعی (Non-Accelerated) حوالہ فریم بھی کہا جاتا ہے۔

۲) اسراعی حوالہ فریم (Accelerated Frame of Reference):۔ اگر کوئی حوالہ فریم لگاتار بڑھتی ہوئی یا لگاتار کم ہوتی ہوئی خطی رفتار سے حرکت کرتا ہو تو اسے اسراعی حوالہ فریم کہتے ہیں۔ کیونکہ اس حوالہ فریم پر مثبت یا منفی خطی اسراع کا عمل ہوتا ہے۔

وضاحت:۔

فرض کیجئے کہ A اور B دو مختلف اشخاص ہیں ان میں سے A ایک turn table کے اوپر بٹھایا گیا ہے۔ جب کہ B کو turn table کے سامنے زمین پر حالت سکون میں کھڑا کیا

گیا ہے اس turn table کے مرکزی نقطے پر کیل کے ذریعئے ایک دھاگا باندھا گیا ہے جسکے دوسرے سرے پر ایک کرّوی جسم بندھا ہوا ہے۔اس کرّوی جسم کو turn table کے مرکزی نقطے کے قریب رکھتے ہیں۔

turn table کو دائروی انداز میں گھمایا جاتا ہے۔جب اسکی رفتار بڑھتی جاتی ہے تب کرّوی جسم مرکز سے باہر کی جانب حرکت کرنے لگتا ہے۔اور آخر کار دھاگا مکمل طور پر (tight) سیدھا ہوجانے پر وہ جسم حالت سکون میں آجاتا ہے۔شخص A اسی کروی جسم کے ساتھ turn table پر موجود ہے اسکے مطابق کروی جسم حالت سکون میں ہے جبکہ شخص B اس واقعہ کو باہر سے دیکھ رہا ہے اسکے مطابق کروی جسم دائروی حرکت کررہا ہے۔

درج بالا مظاہرے سے ظاہر ہوتا ہے کہ شخص A درحقیقت اسراعی حوالہ فریم ہے جبکہ شخص B ایک جمودی حوالہ فریم ہے۔اسطرح سے ایک ہی واقعہ (event) الگ الگ حوالہ فریموں میں الگ الگ معنی رکھتا ہے۔حوالہ فریموں کا تصّور دائروی حرکت کے دوران جسم پر عمل کرنے والی مرکز جو قوّت اور مرکز گریز قوّت کے تصور کو سمجھنے کے لئے لازمی ہوتا ہے۔

نوٹ:۔ درج بالا مظاہرے سے ظاہر ہوتا ہے کہ مرکز گریز قوّت کا وجود صرف اسراعی حوالہ فریم میں سمجھا جاسکتا ہے جبکہ جمودی حوالہ فریم کے مطابق مرکز گریز قوت بے معنی ہوتی ہے۔یعنی مرکز گریز قوت ہمیشہ جمودی حوالہ فریم میں غیر حقیقی یا مجازی قوت (Pseudo Force) ہوتی ہے۔

سوال نمبر(13):۔ قوت کے زور اثر یا گردشہ سے کیا مراد ہے؟ اسکی وضاحت کیجئے؟

جواب:۔ قوت کا زور اثر (Moment of Force):۔ کسی بھی جسم پر عمل کرنے والی قوت اور نقطہ عمل سے محور گردش کے درمیانی فاصلے کے حاصل ضرب کو قوت کا زور اثر کہتے ہیں۔اسے عام طور پر گردشہ بھی کہا جاتا ہے اور اسکی علامت t ہوتی ہے۔

محور سے عمودی فاصلہ x قوت = گردشہ

$$t = F \times r$$

یہ ضابطہ گردشہ کو ظاہر کرتا ہے۔

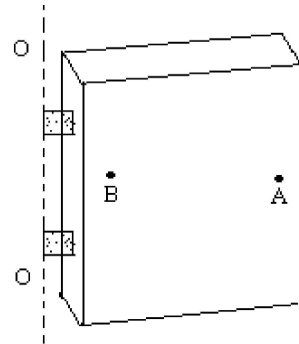
اکائی (Unit):۔ S. I. نظام میں گردشہ کی اکائی Nm ہوتی ہے۔

ابعاد (Dimension):۔ فاصلہ کا ابعاد x قوت کا ابعاد = گردشہ کا ابعاد

$$= [L^1, M^1, T^{-2}] \times [L^1]$$

گردشہ کا ابعاد $= [L^2, M^1, T^{-2}]$

گردشہ کی مثالیں درج ذیل ہیں،

۱) دروازہ کا پٹ:۔

کسی کھڑکی یا دروازے کے پٹ کو Henges کے ذریعئے دیوار میں فٹ کیا جاتا ہے۔درج بالا خاکے کے مطابق جب نقطہ A پر کوئی قوت عمل کرتی ہے تب یہ پٹ تیزی سے گردش حرکت کرتا ہے۔جبکہ اتنی ہی تیزی سے حرکت کروانے کے لئے نقطہ B پر نسبتاً زیادہ قوت درکار ہوتی ہے اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ گردشہ قوت اور محور گردش سے فاصلے دونوں پر منحصر ہوتا ہے۔

نل کی ٹونٹی:۔ کسی بھی نل کی ٹونٹی کو گھمانے کے لئے انگلیاں اور انگوٹھا، دونوں درکار ہوتے ہیں۔انگلیوں کی قوت اور انگوٹھے کی قوت مساوی لیکن مخالف سمتوں میں ٹونٹی پر عمل کرتی ہے۔جسکی وجہ سے ٹونٹی میں گردشی حرکت پیدا ہوتی ہے۔

اس مثال میں دو مساوی لیکن مخالف قوتوں کا ایک ہی جسم کے دو مختلف نقاط پر عمل ہورہا ہے۔قوت اور ان دونوں نقاط کے درمیانی فاصلے کے حاصل ضرب کو جفت (Couple) کہا جاتا ہے۔جفت اور گردشہ دونوں کے ذریعئے جسم میں گردشی حرکت پیدا ہوتی ہے۔

سوال نمبر(14):۔ جفت سے کیا مراد ہے؟ جفت کی اہم خصوصیات بیان کیجیے؟ اور جفت کی وضاحت کیجئے۔

جواب:۔ جفت (Couple):۔ جب کسی ایک جسم کے دو مختلف نقاط پر مساوی لیکن مخالف قوتیں ایک ساتھ عمل کرتی ہیں تو ان قوتوں کے سیٹ کو جفت کہا جاتا ہے۔

جفت میں پائی جانے والی قوت اور ان کے درمیان فاصلے کے حاصل ضرب کو جفت کا معیار کہا جاتا ہے، جسے عام طور پر [illegible] کہا جاتا ہے۔ایسی حالت میں جفت کا معیار اثر درج ذیل ہوتا ہے۔

F x r = جفت کا معیار اثر

خصوصیات:۔ جفت کی اہم خصوصیات درج ذیل ہیں۔

۱) جفت تیار کرنے والی دونوں قوتوں کی محاصل قوت ہمیشہ صفر ہوتی ہے۔اسی لئے جسم میں پیدا ہونے والے گردشہ کی وجہ سے جسم گردشی حرکت کرتا ہے۔

۲) کسی بھی جسم پر عمل کرنے والے جفت کو مساوی لیکن مخالف جفت کے ذریعئے ختم کیا جاسکتا ہے۔

۳) اگر کسی جفت کو اس کی سطح میں کسی زاویے سے گھما دیا جائے تو جفت کا اثر مستقل رہتا ہے۔

۴) جفت کی سطح میں پائے جانے والے کسی بھی نقطہ پر جفت کا معیار اثر مستقل رہتا ہے۔

وضاحت (Explanation):۔

درج ِ بالا خاکہ کے مطابق، ایک ٹھوس جسم میں دو مختلف نقاط A اور B ہیں جن پر قوت F مخالف جانب سے عمل کر رہی ہیں۔ نقاط A اور B کو جوڑنے والے خط کے درمیان میں ایک نقطہ C ہے اور اُسی خط پر باہر کی جانب ایک دوسرا نقطہ D موجود ہے۔ ہمیں نقاط A ، C اور D پر جفت کے زورِ اثر کی قیمت معلوم کریں گے۔

نقطہ A کے لئے، جفت کا معیار اثر درج ذیل ہوگا۔

$$\text{Moment of couple about A} = (F\times 0)+(F\times AB)$$

$$\therefore \text{Moment of couple about A} = (F\times AB) \text{ -------------(1)}$$

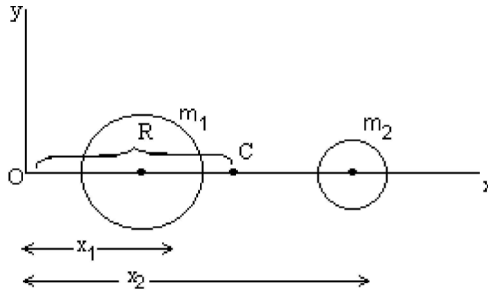
نقطہ C کے لئے، جفت کا معیار اثر درج ِ ذیل ہوگا۔

نقطہ D کے لئے، جفت کا معیار اثر درج ِ ذیل ہوگا۔

درج ِ بالا مساوات (۱)، (۲) اور (۳) سے ظاہر ہوتا ہے کہ ایک مستوی میں موجود کسی بھی نقطہ پر جفت کا معیارِ اثر ہمیشہ مساوی ہوتا ہے۔ اور اِس جفت کے معیار اثر کی قیمت ہمیشہ قوت اور دونوں نقاط کے درمیان عمودی فاصلہ کے حاصل ضرب کے برابر ہوتی ہے۔

سوال نمبر(15):۔ مرکز کمیت سے کیا مراد ہے؟ اسکی وضاحت کیجیے؟

جواب:۔ مرکز کمیت (Centre of Mass):۔ کسی بھی نظام (جسم) میں پایا جانے والا ایسا نقطہ جہاں اس جسم کی مکمل کمیت مرکوز سمجھی جاتی ہے، اسے مرکز کمیت کہتے ہیں۔

کسی بھی نظام میں مرکز کمیت پر قوت کے عمل کو با آسانی سمجھا جا سکتا ہے اسی لئے مکمل جسم پر کسی قوت کے عمل کی پیچیدگی کو سمجھنا ضروری نہیں ہوتا۔

فرض کیجیئے کہ دو جسموں کی کمیتیں بالترتیب m_1 اور m_2 ہیں جن کے مقام بالترتیب x_1 اور x_2 ہیں۔ ان دونوں جسموں کے ذریعئے تیار ہونے والے نظام کا مرکز کمیت نقطہ ہے، جسکا مقام دیئے گئے

محددی نظام میں درج بالا خاکے سے ظاہر ہوتا ہے۔

$$(m_1 + m_2)\, R = x_1m_1 + x_2m_2$$

$$R = \frac{x_1m_1 + x_2m_2}{(m_1 + m_2)} \quad \text{-------------- (1)}$$

یہ ضابطہ دو ذراتی نظام کے مرکز کمیت کو ظاہر کرتا ہے اس تصور کو 'n'- ذراتی نظام کے لئے استعمال کر سکتے ہیں۔ اس بڑے نظام کے لئے مرکز کمیت درج ذیل ہوتا ہے۔

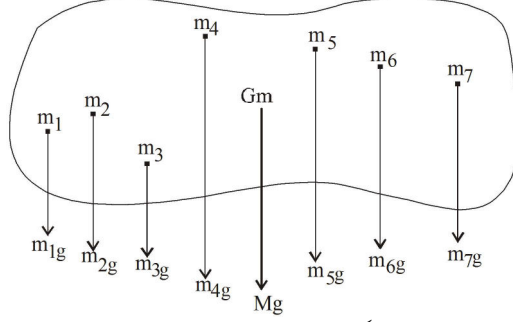
$$R = \frac{m_1r_1 + m_2r_2 + \text{-----------} + m_Nr_N}{M}$$

یہاں M نظام کی کل کمیت ہے۔

سوال نمبر(16):۔ مرکز ثقل سے کیا مراد ہے؟ اسکی وضاحت کیجئے۔

جواب: مرکز ثقل (Centre of Gravity):۔ کسی بھی نظام میں پایا جانے والا ایسا نقطہ جہاں اس جسم کا مکمل وزن مرکوز تصور کیا جاتا ہے، اسے مرکز ثقل کہتے ہیں۔۔

کسی بھی جسم کا وزن درحقیقت اس جسم پر عمل کرنے والی ثقلی قوت کے برابر ہوتا ہے، جو کہ کمیت اور ثقلی اسراع g کے حاصل ضرب کے برابر ہوتا ہے۔

اگر کوئی جسم بہت چھوٹا ہو تو اس جسم کے لئے مرکز کمیت اور مرکز ثقل متصل ہوتے ہیں۔ لیکن اگر کوئی جسم بہت بڑا ہو یا بڑے پیمانے پر بے ترتیب ہو تب مختلف نقاط کے لئے ثقلی اسراع (g) کی قیمت بدل جاتی ہے۔ جسکی وجہ سے مرکز ثقل اور مرکز کمیت علیحدہ رہتے ہیں۔

فرض کیجئے کہ ایک بڑے نظام میں پائے جانے والے لامحدود ذرات کی کمیتیں بالترتیب m_1, m_2, m_3---- اور m_n ہیں۔ اس نظام میں موجود نقطہ Gm ایک ایسا نقطہ ہے جہاں جسم کا مکمل وزن مرکوز ہے۔ اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ نقطہ Gm پر عمل کرنے والی ثقلی قوت، نظام کے باقی تمام ذرات پر عمل کرنے والی ثقلی قوتوں کے مجموعہ کے برابر ہوتی ہیں۔

$$Mg = m_1.g + m_2.g + m_3.g + \text{--------------}$$

اگر کسی جسم کے تمام ذرات پر عمل کرنے والا ثقلی اسراع "g" مساوی ہو تو اس جسم کا مرکز کمیت اور مرکز ثقل ایک ہی مقام پر متصل ہوتے ہیں۔

سوال نمبر(16):۔ بے لوچ جسم سے کیا مراد ہے؟ بے لوچ جسم کی توازنی حالت کی وضاحت کیجئے۔

جواب:۔ بے لوچ جسم (Rigid Body):۔ اگر کسی جسم پر بیرونی قوت کے عمل کے باوجود، اس میں کسی بھی قسم کا فساد یا بگاڑ (Strain) پیدا نہ ہوتا ہو، اسے بے لوچ جسم کہتے ہیں۔

توازنی حالت (Equillibrium Condition):۔ اگر کسی بے لوچ جسم میں خطی یا زاویائی اسراع عمل نہ کرتا ہو تو اسکی اس حالت کو توازنی حالت کہتے ہیں۔

عام طور پر دو قسم کی توازنی حالتوں کو مطالعہ کیا جاتا ہے۔

۱) انتقالی توازن (Translational Equillibrium):۔ اگر کسی جسم پر عمل کرنے والی تمام قوتوں کا محاصل (مجموعہ) صفر ہو تب اس جسم کی حالت کو انتقالی توازن کہتے ہیں۔ اسے عام طور پر درج ذیل انداز میں لکھا جاتا ہے۔

$$\sum_{i=1}^{n} \bar{F}i = 0$$

۲) گردشی توازن (Rotational Equillibrium):۔ اگر کسی جسم پر عمل کرنے والی تمام گردشوں کا محاصل (مجموعہ) صفر ہو تب اس جسم کی حالت کو گردشی توازن کہتے ہیں۔

اسے عام طور پر درج ذیل انداز میں لکھا جاتا ہے۔

$$\sum_{i=1}^{n} \bar{\tau}_i = 0$$

درج بالا تفصیل سے ظاہر ہوتا ہے کہ جب کسی بے لوچ جسم میں انتقالی توازن پایا جاتا ہے تب وہ کسی قسم کی خطی حرکت نہیں کرسکتا اسی طرح سے جب اس جسم میں گردشی توازن پایا جاتا ہے تب وہ جسم کسی بھی قسم کی گردشی حرکت نہیں کرسکتا۔ اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ بے لوچ جسم توازنی حالت میں ہمیشہ حالت سکون میں رہتا ہے۔

Numerical Problems

عددی سوالات

سوال نمبر(۱):۔ 2 kg کمیت کی ایک بندوق سے ایک گولی داغی گئی، جس کی کمیت 15 g ہے۔ اگر اس گولی کی رفتار 1000 m/s ہو تو بندوق کا لگنے والا مخالف جھٹکا (recoil velocity) محسوب کیجئے۔

جواب: دیا ہوا ہے کہ،

$$m_1 = 15g = 15\times10^{-3}kg$$
$$m_2 = 2kg$$
$$v_1 = 1000\, m/s$$
$$v_2 = ?$$

ابتدائی حالت میں بندوق اور گولی دونوں اپنی اپنی جگہ ساکن تھے۔ اِسی لئے اُن کی ابتدائی رفتاریں صفر ہونگی۔

$$u_1 = 0$$
$$u_2 = 0$$

خطی معیار حرکت کی بقاء کے قانون کے مطابق،

$$m_1.u_1 + m_2.u_2 = m_1.v_1 + m_2.v_2$$
$$0 + 0 = \{15 \times 10^{-3} \times 1000\} + \{2 \times v_2\}$$
$$0 = 15 + 2.v_2$$
$$2.v_2 = -15$$
$$\therefore v_2 = -7.5 m/s$$

یہاں بندوق کو لگنے والے جھٹکے کی رفتار منفی حاصل ہوئی ہے۔ اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ بندوق کو لگنے والا یہ جھٹکا ہمیشہ مخالف سمت میں ہوتا ہے۔

سوال نمبر(2) 80g کمیت کی بندوق کی گولی 600 m/s رفتار سے حرکت کر رہی ہے۔ اگر اس گولی کو 0.1Sec وقت میں حالت سکون میں لایا جائے تو پیدا ہونے والا جھٹکا (Impulse) اور اوسط قوت معلوم کیجئے؟

جواب:۔ دیا ہوا کہ۔

$m = 80g = 0.80kg$

$u = 600m/s$

$v = 0$

$I = ?$ $F = ?$

خطی معیار حرکت کی تبدیلی کو جھٹکا کہا جاتا (Impuse) ہے

$\therefore I = m.(v - u)$

$\therefore I = 0.08.(0 - 600)$

$\therefore I = -48$ N.s

اسی طرح سے Impulse ہمیشہ قوت اور وقت کے حاصل ضرب کے برابر ہوتا ہے

$$I = F \times t$$
$$F = \frac{I}{t}$$
$$F = \frac{-48}{0.1}$$
$$F = -480 \text{ NS}$$

سوال نمبر(3) 125g کمیت کی ایک گولی کو بندق سے 500m/s رفتار سے داغا گیا۔ اگر بندوق کے ردعمل (recoil) کی فتار 5m/s ہوتو بندوق کی کمیت محسوب کیجئے؟

جواب:۔ فرض کیجئے کہ

u_1 گولی کی ابتدائی رفتار

u_2 گولی کی بندوق کی ردعمل کی ابتدائی رفتار

v_1 گولی کی انتہائی رفتار

v_2 بندوق کی ردعمل کی انتہائی رفتار

m_1 گولی کی کمیت

m_2 بندوق کی کمیت

دیا ہوہے کہ

$u_1 = 0$

$u_2 = 0$

$v_1 = 500m/s$

$v_2 = -5m/s$

$m_1 = 125g = 0.125kg$

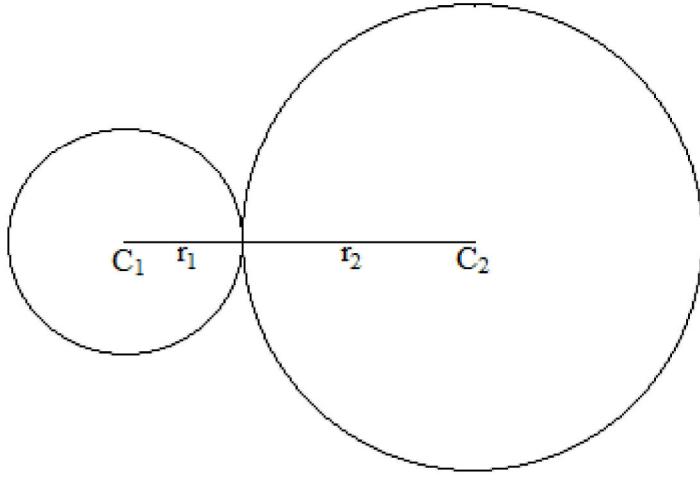
$m_2 = ?$

خطی معیاری حرکت کی بقاء کے قانون کے مطابق ،

$$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$$
$$O = 0.125 \times (500) + m_2 \times (-5)$$
$$m2 = 12.5 \text{ kg}$$

بندوق کی کمیت 12.5 kg ہوگی

سوال نمبر(4) :۔ دو کروّی جسموں کی کمیتیں بالترتیب 2kg اور 5kg ہیں اور ان کے درمیان فاصلہ 10m ہے اس نظام کا مرکز کمیت کا مقام معلوم کیجئے؟

جواب:۔

فرض کیجئے کہ اس نظام کا مرکز کمیت ''C'' چھوٹے کرّوی جسم سے x فاصلہ پر موجود ہے۔

دیا ہوا ہے۔

$m_1 = 2kg$

$r_1 = x$

$m_2 = 5kg$

$r_2 = (10 - x)$

$x = ?$

دو ذراتی نظام کے لئے مرکز کمیت کا ضابطہ درج ذیل ہوتا ہے۔

$$m_1 \times r_1 = m_2 \times r_2$$
$$2 \times x = 5 \times (10 - x)$$
$$2 \times x = 50 - 5x$$
$$\therefore 7x = 50$$
$$x = \frac{50}{7}$$
$$\therefore x = 7.14 \text{ m}$$

اس نظام کا مرکز کمیت چھوٹے کرّے سے $x = 7.14$ m فاصلے پر موجود ہوگا

سوال نمبر(5) ایک ذرّہ پر قوّت $\overline{F} = (2i + 3j)$ N عمل کر رہی ہے۔ اگر جمودی حوالہ فراہم کے مبدئے ''O'' کی مناسبت سے اس ذرہ کا مقام $\overline{r} = (3i + 2j)$ m ہو تو اس ذرہ پر عمل کرنے والا گردشہ محسوب کیجئے؟

جواب:۔ دیا ہوا ہے کہ

$\overline{F} = (2i + 3j)$ N

$\overline{r} = (3i + 2j)$ m

$\lambda = ?$

قوّت اور مقامی سمتیہ کے vector Product کو گردشہ کہتے ہیں

$$\overline{\lambda} = \overline{r} \times \overline{F}$$
$$\overline{\lambda} = (3i + 2j) \times (2i + 3j)$$
$$\overline{\lambda} = [(3 \times 2)\, i \times i] + [(3 \times 3) i \times j]$$
$$+ [(2 \times 2)\, j \times i] + [(2 \times 3)\, j \times j]$$
$$\overline{\lambda} = [6 (o)] + [9k]$$
$$+ [4.- k] + [6 (o)]$$
$$\overline{\lambda} = 9k - 4k$$
$$\therefore \overline{\lambda} = 5k \text{ N.m}$$

گردشہ کی قیمت 5Nm ہوگی اور سمت z - a x i s کے مثبت سمت میں ہوگی۔

سوال نمبر(6) سورج کے اطراف کی محوری رفتار 30Km/s ہو اور زمین کی کمیت 5.98×10^{24} Kg ہو تو زمین کا معیار حرکت محسوب کیجئے؟

جواب:۔ دیا ہوا ہے کہ

$$M = 5.98 \times 10^{24} Kg$$

$$V = 30\ Km/s = 30 \times 10^{3} m/s$$

$$P = ?$$

ضابطہ:۔ $\therefore P = M \times v$

$$\therefore P = 5.98 \times 10^{24} \times 30 \times 10^{3}$$

$$\therefore P = 5.98 \times 30 \times 10^{27}$$

$$\therefore P = 179.4 \times 10^{27}$$

$$\therefore P = 1.794 \times 10^{29} Kg.m/s$$

سوال نمبر(7):۔ ایک گیند کی کمیت 3 kg ہے اور دوسرے گیند کی کمیت 4 kg ہے۔ یہ دونوں گیندیں ایک دوسرے کی جانب بالترتیب 7 m/s اور 5 m/s کی رفتاروں سے حرکت کررہے ہیں۔ اگر بازرسی کا ضریب (Coefficient of Restitution) کی قیمت 0.75 ہو تو ٹکرانے کے بعد اُن دونوں کی انفرادی رفتاریں محسوب کیجئے۔

جواب:۔ دیا ہوا ہے کہ،

معیار حرکت کی بقا کے قانون کے مطابق،

$$m_1.u_1 + m_2.u_2 = m_1.v_1 + m_2.v_2$$

$$(3\times 7) + (4\times(-5)) = 3v_1 + 4v_2$$

$$3v_1 + 4v_2 = 1 ------------(1)$$

بازرسی کے ضریب (Coefficient of Restitution) کی تعریف کے مطابق،

$$e = \frac{v_2 - v_1}{}$$

$$e = \frac{v_2 - v_1}{}$$

$$e = \frac{v_2 - v_1}{}$$

$$0.75 = \frac{v_2 - v_1}{12}$$

$$12 \times 0.75 = v_2 - v_1$$

$$v_2 - v_1 = 9 ------------(2)$$

مساوات (۱) اور مساوات (۲) کو استعمال کرنے پر،

$$v_1 = -5 \, m/s$$

یہ قیمت مساوات (۲) میں استعمال کرنے پر،

سوال نمبر(8):۔ ایک نظام میں موجود تین نقاط کی کمیتیں بالترتیب 1kg، 2kg اور 3kg ہیں، جن کے مقامی سمتیہ (3i + 2j)، (5j + k) اور (2i + k) ہیں۔ اس نظام کا مرکز کمیت کا مقامی سمتیہ معلوم کیجئے۔

جواب:۔ دیا ہوا ہے کہ،

کسی بھی نظام کے مرکز کمیت کا مقامی سمتیہ درجِ ذیل ہوتا ہے۔

$$\overrightarrow{R_{cm}} = \frac{m_1\overrightarrow{r_1} + m_2\overrightarrow{r_2} + m_3\overrightarrow{r_3}}{m_1 + m_2 + m_3}$$

$$\overrightarrow{R_{cm}} = \frac{3}{2}i + 2j + \frac{5}{6}k$$

سوال نمبر(9):۔ ایک قوت F = i + 3j کا ایک جسم میں موجود ایک نقطے پر عمل کیا گیا، جس کا محور گردش سے فاصلہ کا مقامی سمتیہ r = 3i + j ہے۔ اُس جسم پر عمل کرنے والا گردشہ کی قدر (Magnitude) اور سمت (Direction) معلوم کیجئے۔

جواب:۔ دیا ہوا ہے کہ،

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$$

$$\vec{\tau} = (3i + j) \times (i + 3j)$$

اُس گردشہ کی قدر 8 N.m ہوتی ہے اور اُس کی سمت Z- axis کی مثبت سمت میں ہوتی ہے۔

سوال نمبر(10):۔ ایک یکساں چوڑائی والی سیڑھی کی لمبائی 10m ہے۔ اِس سیڑھی کو ایک چکنی اُفقی سطح پر رکھ کر، ایک عمودی چکنی دیوار کے سہارے سے رکھا گیا۔ اِس سیڑھی کا وزن 100kg ہے۔ اِس سیڑھی کے نچلے سرے کے ساتھ ایک دوری باندھی گئی، جس کی وجہ سے یہ سیڑھی توازنی حالت میں رہتی ہے۔ اگر 60kg وزن والا ایک شخص، اِس سیڑھی پر 3m کی بلندی تک چڑھتا ہو تو اُس دوری میں پیدا ہونے والا تناؤ محسوب کیجئے، اگر سیڑھی اور اُفقی سطح کے درمیان تیار ہونے والا زاویہ 30^o ہو۔

جواب:۔ فرض کیجئے کہ سیڑھی کو خط AB سے ظاہر کیا گیا ہے۔

دیا ہوا ہے کہ،

دی ہوئی سیڑھی توازنی حالت میں ہے۔ اِس سے ظاہر ہوتا ہے کہ ماحصل اُفقی قوت صفر ہوگی۔ ایسی حالت میں دیوار کے ذریعے پیدا ہونے والا عام ردِعمل (R) اور دوری میں پیدا ہونے والا تناؤ (T) مساوی ہونگے۔

$$T = R$$

نقطہ A کے اطراف معیارِ اثر لینے پر،

$$W_1(AD) + W(AE) = R(AF)$$

$$60(3\cos\theta) + 100(5\cos\theta) = R(10\sin\theta)$$

$$180\cos\theta + 500\cos\theta = 10R\sin\theta$$

$$680\cos\theta = 10R\sin\theta$$

$$\frac{680}{1[illegible]} = \frac{\sin\theta}{[illegible]}$$

$$\frac{68}{[illegible]} = \tan\theta$$

$$R = \frac{68}{[illegible]}$$

$$R = \frac{68}{[illegible]}$$

$$R = \frac{68}{1/\sqrt{3}}$$

$$R = 68 \times \sqrt{3}$$

R=117.78 kg. wt.

دیوار کے ذریعے عمل کرنے والا عام ردِعمل (R) اور دوری میں پیدا ہونے والا تناؤ (T) مساوی ہیں۔

(تناؤ) T = 117.78 kg wt.

سوال نمبر (11):۔ 50 kg کیمت کا ایک شخص ایک لفٹ کے اندر موجود ہے۔ اُس لفٹ کی فرش پر عمل کرنے والا عام ردِعمل (ظاہری وزن) محسوب کیجئے، اگر

(ا) لفٹ اُوپر کی جانب $5\ m/s^2$ کے عملی اسراع سے حرکت کرے۔

(۲) لفٹ نیچے کی جانب $5\ m/s^2$ کے عملی اسراع سے حرکت کرے۔

(۳) لفٹ اُوپر کی جانب 3 m/s قیمت کی مستقل رفتار سے حرکت کرے۔ **$(g = 10\ m/s^2)$**

جواب:۔ **(ا) اگر لفٹ اُوپر کی جانب $5\ m/s^2$ کے عملی اسراع سے حرکت کررہی ہو۔**

لِفٹ اُوپر کی جانب جارہی ہے اور زمین کا ثقلی اسراع نیچے کی جانب عمل کررہا ہے۔ فرض کیجئے کہ لفٹ کی فرش کے ذریعے پیدا ہونے والا عام ردِعمل N ہے۔ ایسی حالت میں عام ردِعمل درجِ ذیل ہوتا ہے۔

$$N = mg + ma$$

$$N = m(g + a)$$

$$N = 50(10 + 5)$$

$$N = 50 \times 15$$

$$N = 750\ N$$

(۲) اگر لفٹ نیچے کی جانب $5\ m/s^2$ کے عملی اسراع سے حرکت کررہی ہو۔

لِفٹ نیچے کی جانب جارہی ہے اور زمین کا ثقلی اسراع بھی نیچے کی جانب عمل کررہا ہے۔ فرض کیجئے کہ لفٹ کی فرش کے ذریعے پیدا ہونے والا عام ردِعمل N' ہے۔ ایسی حالت میں عام ردِعمل درجِ ذیل ہوتا ہے۔

$$N' = mg - ma$$

$$N' = m(g - a)$$

$$N' = 50 (10 - 5)$$
$$N' = 50 \times 5$$
$$N' = 250 \ N$$

(۳) اگر لفٹ اُوپر کی جانب 3 m/s قیمت کی مستقل رفتار سے حرکت کررہی ہو۔

اگر لفٹ اُوپر کی جانب مستقل رفتار سے حرکت کررہی ہوتو اُس پر عمل کرنے والا خطی اسراع صفر ہوگا۔ایسی حالت میں عام ردعمل درج ِذیل ہوگا۔

$$N'' = mg + ma$$
$$N'' = m (g + a)$$
$$N'' = 50 (10 + 0)$$
$$N'' = 50 \times 10$$
$$N'' = 500 \ N$$

سوال نمبر(12):۔ ایک چکنی ہموار سطح کو اُفقی سمت کیساتھ 30^o پیمائش کے زاویہ سے جھکا کر رکھا گیا ہے۔ اِس سطح کے اُوپری سرے کے قریب ایک چرخی لگی ہوئی ہے۔اِس چرخی سے ہوتے ہوئے ایک دوری گزر رہی ہے۔اِس دوری کے ایک سرے پر ایک جسم باندھا گیا ہے،جس کی کمیت $m_1 = 3.7$ kg ہے۔یہ جسم جھکی ہوئی سطح پر موجود ہے۔اِس دوری کے دوسرے سرے پر دوسرا جسم باندھا گیا ہے،جس کی کمیت $m_2 = 2.3$ kg ہے۔یہ جسم دوری سے بندھا ہوا عموداً لٹک رہا ہے۔درج ذیل کی قیمتیں معلوم کیجئے۔

(۱) دونوں جسموں پر عمل کرنے والے اسراع کی قدر

(۲) لٹکے ہوئے جسم پر عمل کرنے والے اسراع کی سمت

(۳) دوری میں پیدا ہونے والا تناؤ

جواب:۔

دیا ہوا ہے کہ،

$$m_1 = 3.7 \ kg$$
$$m_2 = 2.3 \ kg$$
$$\theta = 30^o$$

(۱) دونوں جسموں پر عمل کرنے والے اسراع کی قدریں۔

پہلے جسم کا وزن m_1g ہے، جسے دو اجزاء میں تحلیل کیا جاتا ہے۔ $m_1g. \cos(\theta)$ اور $m_1g. \sin(\theta)$ جیسا کہ درج ِبالا خاکہ میں دکھایا گیا ہے۔ دی گئی قیمتوں سے ظاہر ہوتا ہے کہ، $m_2g. > m_1g. \sin(\theta)$ اِس حالت میں جسم m_2 نیچے کی جانب حرکت کرے گا۔ اُس پر عمل کرنے والا اسراع a ہے۔

فرض کیجئے کہ دوری میں پیدا ہونے والا تناؤ T ہے۔

پہلے جسم کے لئے،

$$T - m_1g. \sin(\theta) = m_1a \ .... \ (1)$$

دوسرے جسم کے لئے،

$$m_2g. - T = m_2a \ .... \ (2)$$

مساوات (1) اور (2) کو استعمال کرنے پر،

$$a = g.\frac{m_2 - m_1.\sin\theta}{m_1 + m_2}$$

As $\theta = 3$ ... $^o) = 1/2$

$$a = g.\frac{m_2 - \frac{m_1}{2}}{m_1 + m_2}$$

تمام قیمتیں استعمال کرنے پر،

$$a = 9.8 \times \frac{2.3 - \frac{3.7}{2}}{}$$
$$a = 9.8 \times \frac{2.3 - 1.85}{}$$
$$a = 9.8 \times \frac{0.45}{6.0}$$
$$a = 0.735 \ {}^{m}/_{s^2}$$

(۲) دونوں جسموں پر عمل کرنے والے اسراع کی سمتیں۔

درج بالا خاکہ سے ظاہر ہوتا ہے کہ،

$$m_1 g.\ \sin(\theta) < m_2 g$$

ایسی حالت میں دوسرا جسم m_2 نیچے کی جانب حرکت کرنے لگتا ہے۔ اُس پر عمل کرنے والا خطی اسراع a عموداً نیچے کی جانب ہوتا ہے۔

(۳) ڈوری میں پیدا ہونے والا تناؤ:۔

مساوات (2) سے ظاہر ہوتا ہے کہ،

$$m_2 g. - T = m_2 a$$

$$T = m_2 g - m_2 a$$

$$T = m_2 (g - a)$$

$$T = 2.3 \times (9.8 - 0.735)$$

$$T = 20.85 \text{ N}$$

سوال نمبر(13):۔ ایک راستے پر، ایک سائیکل تیزی سے حرکت کر رہی ہے۔ سڑک کی رگڑ کی وجہ سے اُسے 10m کا فاصلہ طے کرنے کے بعد رک جانا پڑا۔ اِس حرکت کے دوران، اگر سڑک کی وجہ سے سائیکل پر عمل کرنے والی قوت 100N ہو تو سڑک کے ذریعے سائیکل پر عمل کرنے والا مجموعی کام محسوب کیجئے۔

جواب:۔ دیا ہوا ہے کہ،

$$F = 100 \text{ N}$$

$$s = 10 \text{ m}$$

$$\theta = 180^\circ$$

$$W = ?$$

سڑک اور سائیکل کے درمیان قوت رگڑ عمل کرتی ہے، جو کہ ایک مخالف قوت ہوتی ہے۔ اِسی قوت کی وجہ سے سائیکل کو رکنا پڑا تھا۔ اِس قوت کے ذریعے پیدا ہونے والا کام درج ذیل ہوگا۔

$$W = F.\ s.\ \cos\theta$$

$$W = 100 \times 10 \times \cos(180)$$

$$W = 1000 \times (-1)$$

$$W = -1000 \text{ J}$$

سڑک کے ذریعے، سائیکل پر عمل کرنے والا کام منفی 1000 J ہوگا۔ چونکہ سائیکل کے عمل کی وجہ سڑک میں ہٹاؤ نہیں پیدا ہوگا، اِسی لئے سائیکل کے ذریعے سڑک پر کیا گیا کام صفر ہوگا۔ یہاں یہ بات قابلِ غور ہے کہ سڑک کے ذریعے سائیکل پر اور سائیکل کے ذریعے سڑک پر عمل کرنے والا کام مساوی نہیں ہوگا۔

سوال نمبر(14):۔ ایک جسم کی کمیت 1 kg ہے جو کہ ایک اُفقی ہموار سطح پر حرکت کر رہا ہے۔ اُس کی خطی رفتار 4 m/s ہے۔ اچانک یہ جسم ایک کھردرے علاقے میں داخل ہوتا ہے، جس کی وسعت x = 0.1 m سے x = 2.2 m تک ہوتی ہے۔ سطح کے ذریعے، اُس جسم پر عمل کرنے والی حتمی قوت (F) اِس فاصلے (x) کے ساتھ معکوس تناسب میں ہوتی ہے۔

اُس جسم کی انتہائی توانائی بالحرکت محسوب کیجئے۔ اسی طرح سے وہ خطی رفتار بھی معلوم کیجئے، جب وہ جسم اُس کھردرے علاقے سے باہر نکلے گا؟

جواب:۔ دیا ہوا ہے کہ،

$$m = 1 \text{ kg}$$

$$u = 4 \text{ m/s}$$

$$\text{Work done} = (K.E.)_{final} - (K.E.)_{initial}$$

$$(K.E.)_{final} = (K.E.)_{initial} + \text{Work done}$$

$$(K.E.)_{final} = \frac{1}{2}mu^2 + \int^{2.2} -\frac{k}{x}dx$$

$$(K.E.)_{final} = \frac{1}{2} \times 1 \times 4^2 - k.\log\left[\frac{2.2}{0.1}\right]$$

$$(K.E.)_{final} = 8 - 0.5 \times \log(22)$$

$$(K.E.)_{final} = 8 - 0.5 \times 1.3424$$

$$(K.E.)_{final} = 8 - 0.6712$$

$$(K.E.)_{final} = 7.3288 \text{ J}$$

انتہائی خطی رفتار اور انتہائی توانائی بالحرکت کے درمیان درج ِ ذیل ہوتی ہے۔

$$V = \sqrt{\frac{2 \times K.E.}{m}}$$

$$V_{final} = \sqrt{\frac{2 \times 7.3288}{1}}$$

$$V_{final} = \sqrt{14.6576}$$

$$V_{final} = 3.828 \text{ m/s}$$

سوال نمبر(15):۔ پانی کے ایک بوند کی کمیت 2 g ہے۔یہ بوند زمین کی سطح سے 2 km کی بلندی سے نیچے کی جانب گر رہا ہے۔جب وہ زمین کی سطح سے ٹکراتا ہے، اُس وقت اُس بوند کی خطی رفتار 25 m/s ہوتی ہے۔ تجاذبی قوت کے ذریعے کیا گیا کام محسوب کیجئے؟

$(g = 10 \text{ m/s}^2)$

جواب:۔ دیا ہوا ہے کہ،

$$m = 2 \text{ g} = 2 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$v = 25 \text{ m / s}$$

$$h = 2 \text{ km} = 2 \times 10^{3} \text{ m}$$

(1) تجاذبی قوت کے ذریعے کیا گیا کام:۔

پانی کے بوند میں پیدا ہونے والی توانائی بالحرکت کی تبدیلی درج ِ ذیل ہوگی۔

$$\Delta E.K = \frac{1}{2} m v^2 - 0$$

$$\Delta E.K. = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-3} \times (25)^2$$

$$\Delta E.K. = 0.625 \text{ J}$$

ثقلی قوت کے ذریعے کیا گیا کام درج ِ ذیل ہوگا۔

$$W'_g = m g h$$

$$W'_g = 2 \times 10^{-3} \times 10 \times 2 \times 10^{+3}$$

$$W'_g = 40 \text{ J}$$

کام۔توانائی مسئلہ استعمال کرنے پر،

$$W_g = \Delta E.K. - W'_g$$

$$W_g = 0.625 - 40$$

$$W_g = -39.375 J$$

متبادل انتخابی سوالات

(Multiple Choice Questions)

سوال نمبر(1):۔ کسی بھی جسم کی حرکت کا مطالعہ، جس میں حرکت کے سبب پر غور نہیں کیا جاتا، اُسے۔۔۔۔۔۔۔کہا جاتا ہے۔

(a) Kinematics (b) Dynamics

(c) Linear Motion (d) Displacement

سوال نمبر(2):۔ کائنات میں پائی جانے والی تمام حقیقی قدرتی قوتوں کو۔۔۔۔۔۔۔قسموں میں تقسیم کیا گیا ہے۔

(a) ۱ (b) ۲

(c) ۳ (d) ۴

سوال نمبر(3):۔ ایک جسم کی کمیت 10kg ہے اور اُس پر عمل کرنے والا خطی اسراع 10 m/s^2 ہے۔ اُس پر عمل کرنے والی قوت۔۔۔۔۔۔۔ہوگی۔

(a) 10 N (b) 20 N

(c) 100 N (d) 1 N

سوال نمبر(4):۔ اگر کسی قوت کے اسباب کی وضاحت، طبعی قوانین کی بنیاد پر ممکن نہ ہو تو اُس قوت کو۔۔۔۔۔۔۔کہا جاتا ہے۔

(a) حقیقی قوت (b) مجازی قوت

(c) قدرتی قوت (d) تصوراتی قوت

سوال نمبر(5):۔ ایک جسم کی کمیت 100kg ہے اور اُس کی خطی رفتار 10 m/s ہے۔اُس کا خطی معیار حرکت۔۔۔۔۔۔۔ہوگا۔

(a) 10 kg. m/s — (b) 100 kg. m/s

(c) 1000 kg. m/s — (d) 10000 kg. m/s

سوال نمبر(6):۔ خطی معیار حرکت کی تبدیلی کی شرح کو۔۔۔۔۔۔۔کہا جاتا ہے۔

(a) قوت — (b) کام

(c) طاقت — (d) توانائی

سوال نمبر(7):۔ کائنات میں پائی جانے والی سب سے کم زورترین قوت۔۔۔۔۔۔۔ہوتی ہے۔

(a) تجاذبی قوت — (b) برقی مقناطیسی قوت

(c) کمزور نیوکلائی قوت — (d) طاقتور نیوکلائی قوت

سوال نمبر(8):۔ کائنات میں پائی جانے والی۔۔۔۔۔۔۔قوت کی سعت سب سے زیادہ ہوتی ہے۔

(a) تجاذبی قوت — (b) برقی مقناطیسی قوت

(c) کمزور نیوکلائی قوت — (d) طاقتور نیوکلائی قوت

سوال نمبر(9):۔ کائنات میں پائی جانے والی سب سے طاقت ورترین قوت۔۔۔۔۔۔۔ہوتی ہے۔

(a) تجاذبی قوت — (b) برقی مقناطیسی قوت

(c) کمزور نیوکلائی قوت — (d) طاقتور نیوکلائی قوت

سوال نمبر(10):۔ کائنات میں پائی جانے والی۔۔۔۔۔۔۔قوت کی سعت سب سے کم ہوتی ہے۔

(a) تجاذبی قوت — (b) برقی مقناطیسی قوت

(c) کمزور نیوکلائی قوت — (d) طاقتور نیوکلائی قوت

سوال نمبر(11):۔ ایک بندوق کی کمیت 25kg ہے اور اُس کی گولی کی کمیت 25 g ہے۔اگر بندوق کی گولی کو داغنے کی رفتار 500 m/s ہو تو بندوق کو لگنے والا جھٹکا۔۔۔۔۔۔قیمت کا ہوگا۔

(a) 1 m/s — (b) 0.5 m/s

(c) 2 m/s — (d) 2.5 m/s

سوال نمبر(12):۔ عالمی تجاذبی قوت کے مستقل (G) کی قیمت $N.m^2 / kg^2$۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔ہوتی ہے۔

(a) 9.8 — (b) 6.67×10^{-11}

(c) 3×10^{8} — (d) 6.63×10^{-34}

سوال نمبر(13):۔ زمین کی سطح پر کسی بھی جسم کا وزن ہمیشہ۔۔۔۔۔۔۔قوت کو ظاہر کرتا ہے۔

(a) برقی — (b) مقناطیسی

(c) تجاذبی — (d) نیوکلیائی

سوال نمبر(14):۔ برقی مقناطیسی قوت کیلئے کون سی خاصیت غلط ہے؟

(a) یہ قوت صرف کشش والی ہوتی ہے۔ — (b) یہ قوت کشش اور دفع دونوں کا اظہار کرتی ہے۔

(c) یہ تجاذبی قوت سے زیادہ طاقتور ہوتی ہے۔ — (d) یہ نیوکلیائی قوت سے کمزور ہوتی ہے۔

سوال نمبر(15):۔ لچکدار ٹکراؤ (Elastic Collision) کے دوران۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔

(a) خطی معیار حرکت کم ہونے لگتا ہے۔ — (b) مجموعی توانائی بالحرکت بڑھ جاتی ہے۔

(c) مجموعی توانائی بالحرکت مستقل رہتی ہے۔ — (d) خطی معیار حرکت بڑھنے لگتا ہے۔

سوال نمبر(16):۔ ایک محددی نظام حالت ِ سکون میں ہو یا مستقل رفتار سے حرکت میں ہو تو اُسے۔۔۔۔۔۔۔کہا جاتا ہے۔

(a) جمودی حوالہ فریم — (b) اسراعی حوالہ فریم

(c) غیر مستحکم محددی نظام　　(d) مستحکم محددی نظام

سوال نمبر(17):۔ قوت کے معیارِ اثر (Moment of Force) کو۔۔۔۔۔۔۔کہا جاتا ہے۔

(a) خطی معیار حرکت　　(b) زاویائی معیار حرکت

(c) توانائی　　(d) گردشہ

سوال نمبر(18):۔ کسی بھی جسم میں پایا جانے والا ایسا نقطہ جس پر اُس جسم کی مکمل کمیت مرکوز ہوتی ہے، اُسے۔۔۔۔۔۔کہا جاتا ہے۔

(a) مرکزِ جسم　　(b) مرکزِ کمیت

(c) مرکزِ وزن　　(d) مرکزِ لمبائی

سوال نمبر(19):۔ ایک شخص کی کمیت 50kg ہے۔ یہ شخص ایک لفٹ میں اُوپر کی جانب $5m/s^2$ خطی اسراع کے ساتھ حرکت کر رہا ہے۔ لفٹ کے فلور پر عمل کرنے والی مجموعی قوت۔۔۔۔۔۔۔ہوگی۔

(a) 500 N　　(b) 750 N

(c) 250 N　　(d) 750 kg

سوال نمبر(20):۔ قوت اور وقت کے حاصل ضرب کو۔۔۔۔۔۔۔کہا جاتا ہے۔

(a) خطی معیار حرکت　　(b) گردشہ (Torque)

(c) جمود کا معیار اثر　　(d) جھٹکا (Impulse)

Answer Key for MCQ

Q. No. (1) - (a)	Q. No. (2) - (d)	Q. No. (3) - (c)	Q. No. (4) - (b)	Q. No. (5) - (c)
Q. No. (6) - (a)	Q. No. (7) - (a)	Q. No. (8) - (a)	Q. No. (9) - (d)	Q. No. (10) - (d)
Q. No. (11) - (b)	Q. No. (12) - (b)	Q. No. (13) - (c)	Q. No. (14) - (a)	Q. No. (15) - (c)
Q. No. (16) - (a)	Q. No. (17) - (d)	Q. No. (18) - (b)	Q. No. (19) - (b)	Q. No. (20) - (d)

<<<<< ختم شدہ >>>>>

☆☆☆☆☆☆

☆☆☆

☆

رگڑ: مضر لیکن ضروری! (Friction: A necessary Evil !)	5۔

رگڑ کا **تعارف:(Introduction):۔**

جب کوئی جسم کسی سطح پر حرکت کرتا ہے تب اُس جسم اور سطح کے درمیان رگڑ پیدا ہوتی ہے۔اس رگڑ کی اصل نوعیت کیا ہوتی ہے؟

رگڑ ایک غیر بقائی قوت (Non-Conservative Force) ہوتی ہے۔ یہ ہمیشہ جسم کے حرکت کی مخالفت کرتی ہے۔اسکے مقابلے کے لئے ہمیشہ توانائی صرف (خرچ) کرنا پڑتی ہے۔مشینوں،انجنوں،اور دوسرے آمدورفت کے ذرائع میں ایندھن کا ایک مخصوص حصہ صرف رگڑ کی وجہ سے ضائع ہوجاتا ہے۔اس نقطۂ نظر کے مطابق رگڑ ایک نقصان دہ شئے کا نام ہے۔

لیکن رگڑ ہماری روزمرہ زندگی میں ایک بہت ہی اہم رول بھی ادا کرتی ہے۔رگڑ کے بغیر ہمارا چلنا بھی ممکن نہیں ہوتا ہے۔اگر رگڑ موجود نہ ہوتو سڑکوں پر گاڑیوں کا چلنا بھی ناممکن ہوجائے گا۔آپ نے دیکھا ہوگا کہ اکثر اوقات برسات کے دنوں میں جب سڑکیں گیلی اور چکنی ہوجاتی ہیں،تب ان پر پھسلنے کا خطرہ بہت بڑھ جاتا ہے۔یہ دراصل اس لئے ہوتا ہے کیونکہ گیلی چکنی سڑک میں رگڑ بہت ہی کم ہوجاتی ہے۔آپ نے دیکھا ہوگا کہ کسی بھی گاڑی کے پہیئے کے Tyres پر ہمیشہ بے ترتیب انداز میں ابھار بنائے جاتے ہیں،جنکی وجہ سے ان کی رگڑ بہت بڑھ جاتی ہے،اور وہ آسانی سے سڑک پر چل سکتے ہیں۔

اس طرح سے یہ بات بالکل واضح ہوجاتی ہے کہ رگڑ کی قوت جہاں ایک طرف نقصان دہ ہے تو وہیں دوسری طرف اس کے کئی فائدے بھی ہیں۔اسی لئے اکثر اوقات رگڑ کو ایک ضروری برائی (Necessary Evil) کہا جاتا ہے۔

رگڑ ہمیشہ ایک دوسرے سے تعلق رکھنے والے دو جسموں کے درمیان اضافی حرکت کی مخالفت کو ظاہر کرتی ہے۔جب دو جسم ایک دوسرے کے ساتھ تعلق رکھتے ہوئے حرکت کرتے ہیں تو ان کے درمیان ایک مماسی قوت (Tangential Force) پیدا ہوجاتی ہے جو کہ انکی سطح سے عموداً ہوتی ہے۔ اس مماسی قوت کی وجہ سے دونوں جسموں کے درمیان اضافی حرکت(Relative Motion) کی مخالفت ہوتی ہے۔اسی مماسی قوت کو رگڑ کہا جاتا ہے۔

رگڑ (Friction):۔ جب ایک جسم کی سطح کسی دوسرے جسم کی سطح کے تعلق میں آتی ہے تب ان جسموں کی اضافی حرکت(Relative motion) میں ایک مخصوص قسم کی رکاوٹ پیدا ہوجاتی ہے۔ اسی رکاوٹ کو رگڑ کہا جاہے۔

قدیم نظریات میں Coulomb, کے مطابق جسم کی سطح کا کھردراپن(Roughness) رگڑ کی قوتوں کو پیدا کرتا ہے۔ جب ایک جسم کی سطح،دوسرے جسم کی سطح کے تعلق میں آتی ہے تب انکے درمیان موجود کھردراپن ایک دوسرے کے ساتھ Interlocked ہوجاتا ہے۔اسی لئے ایک جسم،دوسرے جسم کے ساتھ تعلق میں رہ کر آسانی سے حرکت نہیں کرپاتا۔اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ اگر کھردراپن بہت ہوتو قوت رگڑ بھی بہت ہوتی ہے۔اور اگر سطح چکنی ہوتو قوت رگڑ بہت کم ہوتی ہے۔

جدید نظریات میں، **رگڑ کی تین قسمیں ہوتی ہیں۔**

x

۱) ساکن رگڑ(Static Friction):۔ اگر کسی سطح پر ایک جسم حالت سکون میں موجود ہو تب ان کے درمیان پائے جانے والی رگڑ کو ساکن رگڑ کہا جاتا ہے۔

۲) حرکی رگڑ (Kinetic Friction):۔ اگر کسی سطح پر ایک جسم پھسل رہا ہو، تب ان کے درمیان پائے جانے والی رگڑ کو حرکی رگڑ کہا جاتا ہے۔

۳) گردانی رگڑ (Rolling Friction):۔ اگر کسی سطح پر ایک جسم گردانی حرکت(Rolling Motion) کررہا ہو تو اُن کے درمیان پیدا ہونے والی رگڑ کو گردانی رگڑ کہا جاتا ہے۔

جب کوئی جسم کسی سطح پر حرکت کرتا ہے تب قوت چسپاں کی بندشیں ٹوٹتی جاتی ہیں، اور نئی بندشیں بنتی جاتی ہیں۔اس حالت میں قوت چسپاں نسبتاً کم ہوتی ہے۔اسی لئے قوت رگڑ بھی کم ہوتی ہے لیکن جب کوئی جسم کسی سطح پر ساکن ہوجاتا ہے۔تب قوت چسپاں کی بندشیں ٹوٹتی نہیں بلکہ بہت زیادہ مضبوط ہوجاتی ہیں۔اس حالت میں قوت رگڑ بہت زیادہ ہوتی ہے۔

اس تفصیل سے ظاہر ہوتا ہے کہ ساکن رگڑ کی قیمت ہمیشہ حرکی رگڑ کے مقابلے زیادہ ہوتی ہے۔اسی طرح سے،گردانی حرکت کے دوران، رگڑ کی قیمت سب سے کم ہوتی ہے۔ اس طرح ثابت ہوجاتا ہے کہ،

ساکن رگڑ > متحرک رگڑ > گردانی رگڑ

ساکن رگڑ کے قوانین(Laws of static Friction):۔ صاف اور خشک سطحیں جب ایک دوسرے کے تعلق میں آتی ہیں تب ان کے درمیان پائے جانے والے ساکن رگڑ کے لئے درج ذیل دو قوانین بیان کئے جاسکتے ہیں۔

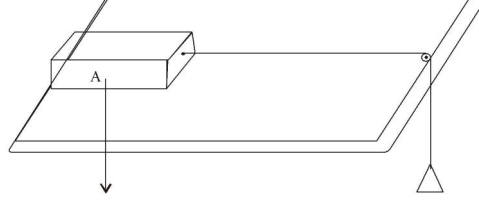
۱) دو سطحوں کے درمیان پائے جانے والے ساکن رگڑ کی حدودی قوت(Limiting Force) ہمیشہ ان سطحوں کے درمیان پائے جانے والے عام ردّعمل کے ساتھ راست تناسب میں ہوتی ہے۔

۲) ایک دوسرے کے تعلق میں آنے والی دو سطحوں کے درمیان پیدا ہونے والے رگڑ کی حدودی قوت(Limiting Force) ہمیشہ ان سطحوں کی فطرت پر منحصر ہوتی ہے لیکن ان کے رقبہ سے مطلق العنان ہوتی ہے۔

ان دونوں قوانین کو تجرباتی بنیاد پر ثابت کیا جاسکتا ہے۔

تجرباتی تصدیق Experimental Verification:۔ اس تجربہ میں لکڑی کی ایک سطح(Wooden Board) پر لکڑی کا ایک بلاک A رکھا جاتا ہے جس کا وزن W ہے۔اس بلاک کو ایک دھاگے سے باندھ کر چرخی کے ذریعئے دوسری جانب لٹکاتے ہیں اور اس میں بندھے پلڑے میں وزن بڑھاتے جاتے ہیں ایک مخصوص وزن کے لئے بلاک میں حرکت پیدا ہونے لگتی ہے۔ اس کے بعد بلاک B اسی تجربہ میں استعمال کرتے ہیں۔اور اسکے لئے درکار Load حاصل کرتے ہیں۔ اس تجربہ میں مشاہدہ کیا جاتا ہے کہ

$$\frac{\text{کھینچنے والی قوت}}{\text{بلاک کا وزن}} = \text{Constant مستقل}$$

اس تجربہ سے ثابت ہوتا ہے کہ دو سطحوں کے درمیان پائے جانے والے ساکن رگڑ کی اعظم قوت (Limiting Force) ان سطحوں کے درمیان عام ردِ عمل کے ساتھ راست تناسب میں ہوتی ہے۔
درج بالا تناسب کی قیمت مستقل حاصل ہوتی ہے جسے ساکن رگڑ کا مستقل (Coefficient of Static Friction) کہا جاتا ہے۔

درج بالا خاکہ سے ظاہر ہوتا ہے کہ ایک لکڑی کے بلاک کا وزن (W_1) ہے، جسے ایک ہموار اُفقی سطح پر رکھا گیا۔ اس بلاک کیساتھ ایک دوری باندھی گئی، جسے ایک چرخی سے گزار کر دوسری جانب لٹکایا گیا ہے۔ اِس دوری کے دوسرے سرے پر قوت لگائی گئی۔ لگائی گئی قوت میں دھیرے دھیرے اضافہ کیا جاتا ہے، یہاں تک کہ لکڑی کا بلاک حرکت کرنے لگے۔ قوت F_1 کی قیمت نوٹ گئی۔

اِس تجربے میں مشاہدہ کیا گیا کہ،

$$\frac{F_1}{N_1} = \frac{F_2}{N_2} = const$$

اِس طرح سے ساکن رگڑ کے ضریب کی قیمت تجرباتی طور پر محسوب کی جاتی ہے۔

نوٹ:۔

کچھ مخصوص اجسام کے لئے ساکن رگڑ کے ضریب کی قیمتیں درجِ ذیل جدول میں دکھائی گئی ہیں۔

مادی اشیاء (Material)	ساکن رگڑ کا ضریب	مادی اشیاء (Material)	ساکن رگڑ کا ضریب
اسٹیل اور اسٹیل	0.58	ربر ٹائر اور سوکھا روڈ	1.00
شیشہ اور شیشہ	1.00	ربر ٹائر اور گیلا روڈ	0.70
لکڑی اور لکڑی	0.35	تانبہ اور تانبہ	1.60
لکڑی اور دھات	0.40	برف اور برف	0.10

حرکتی رگڑ کے قوانین (Laws of Kinetic Friction):۔

حرکتی رگڑ کے لئے درج ذیل تین قوانین ہوتے ہیں۔

۱) ایک دوسرے کے تعلق میں موجود دو سطحوں کے درمیان پایا جانے والا حرکتی رگڑ ان سطحوں کے درمیان پائے جانے والے عام ردِّ عمل کے ساتھ راست تناسب میں ہوتا ہے۔

۲) ایک دوسرے کے تعلق میں آنے والی سطحوں لے درمیان پیدا ہونے والی رگڑ کی انتہائی قوت (Limiting Force) ہمیشہ ان سطحوں کی فطرت پر منحصر ہوتی ہے لیکن ان کے سطحی رقبہ سے مطلق العنان ہوتی ہے۔

۳) اگر کسی سطح پر موجود جسم کی خطی رفتار بہت معمولی ہو تب حرکتی رگڑ کی قیمت خطی رفتار سے مطلق العنان ہوتی ہے۔

حرکتی رگڑ کے قانین کو تجرباتی بنیاد پر ثابت کیا جاسکتا ہے۔ اس تجربہ میں لکڑی کا ایک تختہ (چکنی سطح) استعمال کرتے ہیں جس پر لکڑی کا ایک بلاک A رکھتے ہیں جس کا وزن W ہوتا ہے۔ اس بلاک کو دھاگے سے باندھ کر چرخی کے ذریعئے دوسری جانب لٹکاتے ہیں اور دوسرے سرے پر بندھے ہوئے پلڑے میں وزن بڑھاتے جاتے ہیں۔ لکڑی کے بلاک A کو بہت معمولی سا دھکا دیکر حالت حرکت میں رکھ کر یہ تجربہ کیا جاتا ہے اس تجربہ میں مشاہدہ کیا جاسکتا ہے کہ

$$\frac{\text{کھینچنے والی قوت}}{\text{بلاک کا وزن}} = \text{Constant مستقل}$$

اس تجربہ کی بنیاد پر حرکتی رگڑ کے قوانین کو ثابت کیا جاسکتا ہے۔

سیال (Fluids):۔

ایک ایسی شئے جو بہہ سکتی ہو، اُسے سیال کہا جاتا ہے۔ عام طور پر سیال کی اصطلاح مائع (Liquid) اور گیس (Gas) دونوں کیلئے استعمال کی جاتی ہے۔

سیال کے ستون کا دباؤ (Pressure due to liquid column):۔

اکائی سطحی رقبہ پر عمل کرنے والی قوت، کو دباؤ کہا جاتا ہے۔

رقبہ / قوت = دباؤ

$$P = \frac{F}{A}$$

S. I. نظام میں دباؤ کی اکائی N/m^2 ہوتی ہے۔ اِسی اکائی کو Pascal بھی کہا جاتا ہے۔ دباؤ کا ابعاد درج ِ ذیل ہوتا ہے۔

$$[L^{-1}, M^1, T^{-2}]$$

فرض کیجئے کہ ایک استوانہ نما برتن میں ایک مائع لیا گیا۔ اِس مائع کے ستون کی بلندی h ہے اور استوانہ نما برتن کا نصف قطر r ہے۔ اِس مائع کا حجم درج ِ ذیل ہوگا،

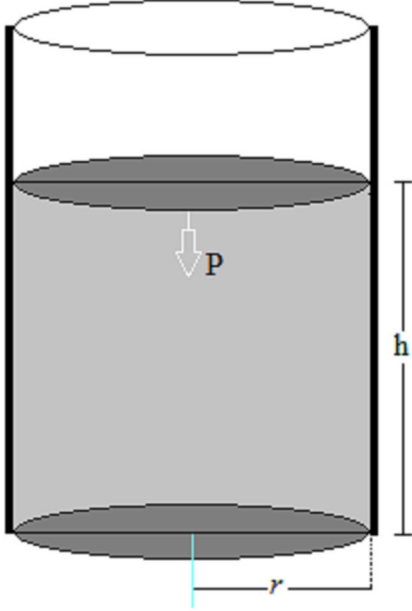
حجم $= \pi r^2 . h$

فرض کیجئے کہ استوانہ نما برتن میں مائع کے ستون کی کمیت M ہے۔ اِس مائع کی کثافت ρ ہو تو کثافت کی تعریف استعمال کرنے پر،

$$\rho = \frac{M}{\pi . r^2 . h}$$

$$\therefore M = \pi . r^2 . h . \rho$$

مائع کے ستون کا وزن، درحقیقت ثقلی قوت ہوتا ہے، جو کہ نیچے کی جانب عمل کرتا ہے۔ اِسی لئے اِس مائع کے ستون کا وزن درج ِ ذیل ہوگا۔

$$\therefore Weight = M.g = \pi . r^2 . h . \rho . g \text{ ———(1)}$$

استوانہ نما برتن میں موجود مائع کے ستون کے ذریعے عمل کرنے والا دباؤ (Pressure) درج ِ ذیل ہوگا۔

$$P = \frac{F}{A}$$

$$P = \frac{M.g}{\pi r^2}$$

مساوات (1) استعمال کرنے پر،

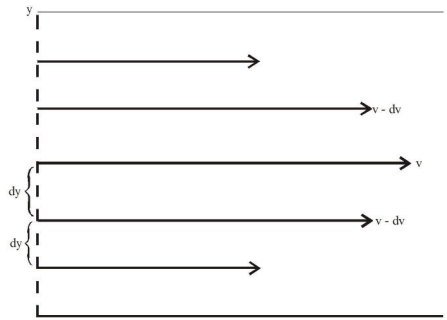
$$P = \frac{\pi r^2 . h . \rho . g}{\pi r^2}$$

$$\therefore P = h . \rho . g$$

یہ ضابطہ مائع کے ستون کے ذریعے عمل کرنے والے دباؤ کو ظاہر کرتا ہے۔ اگر ماحولیاتی دباؤ کی قیمت P_o ہو تو مائع کے ستون کے ذریعے عمل کرنے والا مجموعی دباؤ درج ِ ذیل ہوگا۔

$$\therefore \text{Total Pressure} = h . \rho . g + P_o$$

لزوجیت (Viscosity):۔

کچھ سیال مثلاً پانی، الکوحل وغیرہ کسی بھی سطح پر آسانی سے بہائے جا سکتے ہیں۔ جبکہ کچھ دوسرے گاڑھے سیال مثلاً گلیسرین، شہد وغیرہ کسی بھی سطح پر آسانی سے نہیں بہائے جا سکتے اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ پتلے سیال کے بہاؤ میں رکاوٹ بہت کم ہوتی ہے جبکہ گاڑھے سیال کے بہاؤ میں کافی بڑے پیمانے پر رکاوٹ پائی جاتی ہے۔ گاڑھے سیال کے بہاؤ میں پیدا ہونے والے اسی رکاوٹ کو لزوجیت (Viscosity) کہتے ہیں۔ یہ خاصیت مائع اشیاء میں پیدا ہونے والے حرکتی رگڑ کی وجہ سے پیدا ہوتی ہے۔ اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ لزوجیت (Viscosity) درحقیقت بہنے والی اشیاء میں رگڑ کی صلاحیت کو ظاہر کرتی ہے۔

فرض کیجئے کہ ایک استوانہ نما پائپ میں سیال یکساں انداز میں بہہ رہا ہے۔ سیال کی وہ تہیں جو پائپ کی سطح کے ساتھ تعلق میں آتی ہے۔ ایک مخصوص رگڑ کی وجہ سے کم رفتار سے بہتی ہے۔ جبکہ پائپ کے مرکزی حصّے میں یعنی استوانہ نما پائپ کے محور کے ساتھ بہنے والی سیال کی تہہ سب سے زیادہ تیز رفتار سے بہتی ہے۔

فرض کیجئے کہ مرکزی حصّے میں بہنے والی تہہ کی رفتار v ہے تب اسکے اوپر اور نیچے dy فاصلے پر موجود سیال کی تہہ v-dv رفتار سے بہتی ہے۔ اس حالت میں تناسب dv/dy مستقل پایا جاتا ہے جسے Velocity Gradient کہا جاتا ہے۔

درج بالا تفصیل سے ظاہر ہوتا ہے کہ پائپ میں موجود سیال کی مختلف تہیں مختلف خطی رفتاروں سے بہتی ہے۔اسی لئے ان تہوں کے درمیان اندرونی رگڑ کی وجہ سے مخصوص قوتیں پیدا ہونے لگتی ہے۔سیال میں تہوں کے درمیان اندرونی رگڑ کی وجہ سے پیدا ہونے والی قوت کولزوجیاتی قوت (Viscous Force) کہا جاتا ہے۔

بہاؤ کی قسمیں:۔

۱) بے رکاوٹ بہاؤ (Streamline flow):۔ جب کسی پائپ میں سے کوئی سیال یکساں انداز میں بہتا ہے تب ایک نقطے پر خطی رفتار v کی قدر اور سمت دونوں مستقل رہتے ہیں۔لیکن مختلف نقاط پر خطی رفتار کی قدریں مختلف ہوتی ہیں۔اس قسم کے بہاؤ میں کسی ذرّے کے ذریعے طے ہونے والے راستے کو بہاؤ کا خط (Streamline) کہا جاتا ہے۔

جب کسی پائپ میں سیال کا بہاؤ اسطرح ہو کہ کسی ذرّہ کی خطی رفتار اور سمت دونوں مستقل ہوں، اسے بے رکاوٹ بہاؤ (Streamline flow) کہا جاتا ہے۔اسے درج ذیل خاکے میں دکھایا گیا ہے۔

Fig (B) Fig (A)

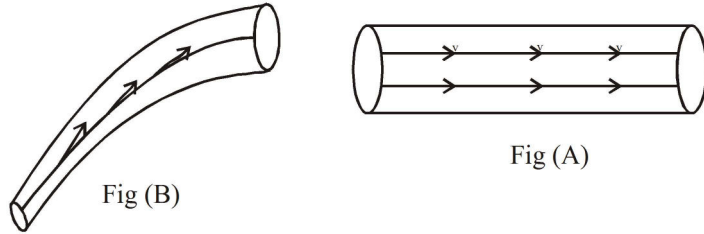



Fig (A) میں یکساں ارضی تراشے والے پائپ میں بے رکاوٹ بہاؤ دکھایا گیا ہے جبکہ Fig (B) میں غیر یکساں ارضی تراشے والے پائپ میں بے رکاوٹ بہاؤ دکھایا گیا ہے۔Fig (A) کے مطابق بہاؤ کا خط (Streamline) درحقیقت ذرات کی خطی رفتار v کی سمت میں ہوتا ہے جبکہ Fig (B) کے مطابق بہاؤ کا خط درحقیقت ایک ایسی منحنی ہوتی ہے جسکے کسی بھی نقطے پر کھینچے جانے والا مماس (Tangent) خطی رفتار کی سمت کو ظاہر کرتا ہے بے رکاوٹ بہاؤ کے دوران سیال میں پائے جانے والے ذرات کے رفتار کی ایک اعظم قیمت ہوتی ہے، جسے فاضل رفتار (Critical Velocity) کہا جاتا ہے۔اگر ذرات کی رفتار اس فاضل رفتار سے زیادہ بڑھ جائے تو بے رکاوٹ بہاؤ ممکن نہیں ہوتا ہے۔

۲) طلاطم خیز بہاؤ (Turbulent flow):۔ کسی بھی سیال کا ایسا بہاؤ جس میں کسی بھی ذرہ کی خطی رفتار کی قدر اور سمت دونوں کے اعتبار سے مستقل نہ ہو اسے طلاطم خیز بہاؤ کہتے ہیں۔جب سیال کے ذرات کی خطی رفتار، فاضل رفتار سے زیادہ ہو جاتی ہے تو اس سیال کا بہاؤ ہمیشہ طلاطم خیز بہاؤ ہوتا ہے۔اس قسم کے بہاؤ میں کسی بھی ذرّہ کی خطی رفتار بے ترتیب ہوتی ہے۔یعنی قدر اور سمت دونوں لحاظ سے اسمیں یکسانیت نہیں پائی جاتی۔

لزوجیت کے لئے نیوٹن کا ضابطہ:۔

Newtons Formula of Viscosity :۔ فرض کیجئے کہ کسی پائپ میں ایک سیال بے رکاوٹ بہاؤ (Streamline flow) سے بہہ رہا ہے۔اگر اس سیال کی دو تہوں کے درمیان فاصلہ dy اور انکے درمیان خطی رفتار کا فرق dv ہو تو اس بہاؤ کے دوران تہوں کے درمیان پیدا ہونے والی اندرونی رگڑ کی قوت درج ذیل ہوتی ہے۔

$$f \propto \frac{dv}{dy}$$

$$f = -\eta\frac{dv}{dy} ---------(1)$$

یہاں h ایک مستقل ہے جسے Coefficient of Viscosity کہا جاتا ہے۔اسے منفی علامت دی گئی ہے کیونکہ رگڑ کی قوت F ہمیشہ سیال کے بہاؤ کی مخالف سمت میں ہوتی ہے۔

اگر لزوجیاتی قوت (Viscous force) F ہو اور کسی تہہ کا رقبہ A ہو تو اندرونی رگڑ کی قوت درج ذیل ہوتی ہے۔

$$f = \frac{F}{A} ---------(2)$$

مساوات (1) اور (2) کا موازنہ کرنے پر

$$\frac{F}{A} = -\eta\frac{dv}{dy}$$

$$\boxed{F = -\eta A\frac{dv}{dy}}$$

اسے Viscosity کے لئے نیوٹن کا ضابطہ کہتے ہیں۔

Coefficient of Viscosity:۔ اگر $dv/dy = 1, A = 1$ ہو تو نیوٹن کے ضابطے کے مطابق نیم سیالی قوت کی قدر درج ذیل ہوتی ہے۔

$$F = \eta$$

اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ

''اگر کسی سیال کی تہہ کا رقبہ اکائی ہو اور خطی رفتار کی فاصلے کی شرح بھی اکائی ہو تو لزوجیاتی قوت مستقل ہو جاتی ہے۔جسے لزوجیت کا مستقلہ (Coefficient of Viscosity) کہا جاتا ہے۔"

اکائی اور ابعاد:۔ CGS نظام میں Viscosity کی اکائی poise ہوتی ہے۔اور SI نظام میں اس کی kg/ms ہوتی ہے۔

$$1 \text{ poise} = 10^{-1} \text{kg/ms}$$

Viscosity کی ابعاد درج ذیل ہوتا ہے۔

$$\text{Viscosity} = [L^{-1}, M^{1}, T^{-1}]$$

Stoke کا قانون:۔ جب کسی جسم کو کسی گاڑھے سیال میں آزادانہ چھوڑا جاتا ہے تب اس جسم پر Viscous قوتیں عمل کرنے لگتی ہے جسکی وجہ سے اس جسم کی رفتار کم ہو جاتی ہے۔ لیکن ایک مخصوص وقفہ لے بعد اس جسم کی خطی رفتار مستقل ہو جاتی ہے۔ سیال میں آزادانہ گرتے ہوئے کسی جسم کی مستقل رفتار کو میقاتی رفتار (Terminal Velocity) کہا جاتا ہے۔

تجرباتی بنیاد پر ثابت ہوا ہے کہ کسی بھی سیال میں Viscous قوت ہمیشہ درج ذیل تین پر منحصر ہوتی ہے۔

۱) Viscosity کا مستقلہ h

۲) کروی جسم کا نصف قطر r

۳) کروی جسم کے گرنے کی رفتار v

$$F \; a \; n^{x} r^{y} v^{z} \text{ ---------- } (1)$$

x, y اور z کی قیمتیں معلوم کرنے کے لئے ابعادی تجزیہ استعمال کرتے ہیں۔

$$[M L T^{-2}] = k [M L^{-1} T^{-1}] x [L]^{y} [LT^{-1}]^{z}$$

$$[M L T^{-2}] = k [M^{x} L^{-x+y+z} T^{-x-z}]$$

حل کرنے پر

$$x = 1$$

$$-x + y + z = 1$$

$$-x - z = -2$$

ان مساواتوں کو حل کرنے پر

اور $y = 1$

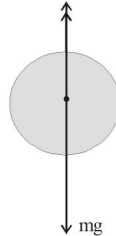
$$z = 1 \text{---------}(1)$$

$$F = k \; h \; r.v \text{ ------------- } (2)$$

اس ضابطے کو Stoke کا ضابطہ کہتے ہیں۔ تجرباتی بنیاد پر Stoke نے ثابت کیا ہے کہ

$$K = 6p$$

$$F = 6 \; p \; h \; r. \; v \text{ ----------- } (3)$$

$$F = 6 \; p \; h \; r. \; v \text{ ----------- } (3)$$

جب کسی کرّوی جسم کو کسی Viscous سیال میں آزادانہ چھوڑتے ہیں تب اس پر درج ذیل تین قوتیں عمل کرتی ہیں۔

mg

۱) **لزوجیاتی قوت Viscous Froce:۔** Stoke کے ضابطے کے مطابق اس کی قیمت درج ذیل ہوتی ہے۔

$$F = 6 \; p \; h \; r. \; v_{t} \quad Z \; (3)$$

یہاں v_t جسم کی میقاتی رفتار ہے۔

۲) **اوپری کھنچاؤ Upthrust:۔** اگر سیال کی کثافت r_2 ہو تو جسم پر عمل کرنے والا اوپری کھنچاؤ درج ذیل ہوتا ہے۔

$$\text{Upthrust} = \frac{4}{3}\pi r^{3}\rho_{2}.g \text{ ------}(4$$

۳) **کرّوی جسم کا وزن:۔** اگر کرّوی جسم کے مادّے کی کثافت r_1 ہو تو اس کروی جسم کا وزن درج ذیل ہوتا ہے۔

کرّوی جسم کا وزن

$$= \frac{4}{3}\pi r_{3}\rho_{1} \cdot g \text{ ------}(5)$$

درج بالا خاکے سے ظاہر ہوتا ہے کہ

$$6\pi\eta v_{t} = \frac{4}{3}\pi r^{3}\rho_{1}.g - \frac{4}{3}\pi r^{3}\rho_{2}.g$$

حل کرنے پر

$$v_{t} = \frac{2}{9}\frac{r^{3}}{\eta}(\rho_{1} - \rho_{2}).g$$

یہ ضابطہ کسی بھی سیال میں ٹھوس کروی جسم کی میقاتی رفتار کو ظاہر کرتا ہے۔

Reynolds Number:۔

یہ ایک غیر بعدی طبعی مقدار ہوتی ہے جو کسی سیال کے بہاؤ کی وضاحت کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ عام طور پر اسے R_e سے ظاہر کرتے ہیں اور اس کا ضابطہ درج ذیل ہوتا ہے۔

$$R_e = \frac{\rho . c . l}{\eta}$$

r :۔ سیال کی کثافت

c :۔ سیال کی رفتار

l :۔ مخصوص لمبائی جو کہ سیال کے بہاؤ والے پائپ کی ہندسی خاصیت کو ظاہر کرتی ہے۔ کسی پائپ کے لئے "*l*" درحقیقت اندرونی قطر ہوتا ہے۔ Reynold کے عدد کو استعمال کر کے سیال کے بہاؤ کے لئے مختلف نظریاتی پیمانے (Scale models) تیار کئے جاتے ہیں۔

Bernaullis Effect:۔

Bernaulli کا اصول درحقیقت کسی سیال کے بے رکاوٹ بہاؤ (Streamline flow) کے دوران سیال کے دباؤ اور اسکی رفتار کے درمیان تعلق ظاہر کرتا ہے۔ اگر رفتار زیادہ ہو تو دباؤ کم ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر اگر سیال کسی پائپ کے چھوٹے ارضی تراشے میں سے گزر رہا ہو تو رفتار تیز ہو جاتی ہے۔ اسی اصول کی بنیاد پر ہوائی جہاز ہوا میں اوپر اٹھ سکتا ہے۔

Bernaulli کا ضابطہ درج ذیل ہے۔

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2)$$

یہاں: **P_1 :۔** سیال کا دباؤ جہاں رفتار V_1 ہو

P_2 :۔ سیال کا دباؤ جہاں رفتار V_2 ہو اور

r :۔ سیال کی کثافت

Bernaulli کے اصول کو استعمال کر کے بہت سے آلات تیار کئے گئے ہیں۔ جنھیں سیال کے بہاؤ کی پیمائش کے لیئے استعمال کیا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر Pitot tube کو Bernaulli کے اصول کی بنیاد پر تیار کیا جاتا ہے۔

Pascal کا قانون: "اگر کسی بند Container میں موجود سیال حالت سکون میں ہو تو اس سیال کے کسی ایک نقطے پر دباؤ میں ہونے والی تبدیلی سیال کے باقی تمام نقاط اور Container کی دیواروں تک منتقل ہو جاتی ہے۔"

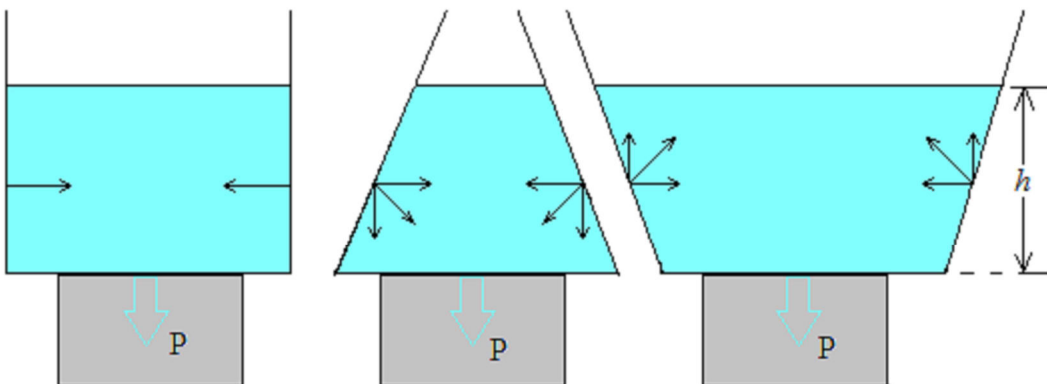
اس بیان کو Pascal کا قانون کہتے ہیں، کیونکہ اس اصول کی دریافت سب سے پہلے Blaise Pascal نامی فرانسیسی سائنس داں نے کی تھی۔

دباؤ درحقیقت کسی رقبے پر قوت کی تقسیم کو ظاہر کرتا ہے۔ Pascal کے اصول کے مطابق کسی آبی نظام (Hydraulic System) میں کسی ایک Piston پر دباؤ بڑھایا جائے تو اسی نظام میں موجود کسی دوسرے Piston پر بھی دباؤ میں مساوی اضافہ پیدا ہوتا ہے۔ اگر دوسرا Piston رقبہ کے اعتبار سے پہلے Piston کے مقابلے دس گنا ہو تو دوسرے Piston پر دباؤ کی مساوی تبدیلی کی وجہ سے دس گنا زیادہ قوت عمل کرتی ہے۔

ان تفصیلات سے ظاہر ہوتا ہے کہ Pascal کے قانون کو استعمال کر کے Hydraulic Brakes تیار کر سکتے ہیں۔ اسی طرح سے اس اصول کو استعمال کر کے Hydraulic Press نامی مشین تیار کی جاتی ہے۔ جسے دھاتیں تیار کرنے کی صنعتوں میں استعمال کیا جاتا ہے جہاں بہت زیادہ قوت درکار ہوتی ہے۔

آبی سکونی تناقص (Hydrostatic Paradox):۔

''جس برتن میں مائع کو رکھا جاتا ہے، اُس برتن کی بناوٹ وساخت (Shape) سے، اُس مائع کے ذریعے پیدا ہونے والے دباؤ پر کوئی اثر نہیں پڑتا ہے۔'' اِس بیان کو آبی سکونی تناقص کہا جاتا ہے۔

اِس مظہر کو سمجھنے کیلئے درج ِ ذیل مثال استعمال کر سکتے ہیں۔

درج بالا خاکہ میں تین مختلف جسامت والے برتن دکھائے گئے ہیں۔ اِن تینوں برتنوں کے قاعدے بالکل ایک جیسے ہیں، یعنی اُن کے قاعدوں کے رقبے مساوی ہیں۔ اِن تینوں برتنوں میں پانی بھرا گیا ہے۔ تینوں میں پانی کی بلندی مساوی ہے، جس کی قیمت h ہے۔

درج بالا خاکہ کو ایک سرسری نظر سے دیکھنے پر واضح ہوجاتا ہے کہ تینوں برتنوں میں پانی کی مقدار مختلف ہے۔ یعنی ظاہری طور پر، پانی کے وزن مختلف ہونے چاہیئے۔ Fig. (A) کے مطابق برتن میں پانی کا ستون بالکل عموداً استوانہ نما ہے۔ اِس حالت میں، برتن کی دیواروں کے ذریعے عمل کرنے والے ردِعمل (Reaction) صرف اُفقی سمت میں ہونگے۔ دونوں مخالف جانب عمل کرنے والے یہ ردِعمل ایک دوسرے سے ضائع ہوجائیں گے۔ اِسی لئے برتن کے قاعدے پر عمل کرنے والا دباؤ، صرف پانی کے وزن سے پیدا ہونے والا دباؤ ہوگا۔ فرض کیجئے کہ اِس دباؤ کی قیمت P ہے۔

Fig. (B) کے مطابق، برتن کا اُوپری کھلا ہوا حصہ چھوٹا ہے اور قاعدہ بڑا ہے۔ اِس حالت میں پانی کی مقدار سب سے کم ہوگی۔ اِسی لئے پانی کا وزن بھی سب سے کم ہونا چاہیئے۔ لیکن برتن کی دیواریں اندر کی جانب جھکی ہوئی ہیں۔ اِس حالت میں دیواروں کے ذریعے پیدا ہونے والا ردِعمل (Reaction) دو اجزاء میں تحلیل کیا جاسکتا ہے۔ مخالف دیواروں پر عمل کرنے والے اُفقی جُز ایک دوسرے کو ضائع کردیتے ہیں لیکن عمودی جز نیچے کی جانب عمل کرنے لگتے ہیں۔ نیچے کی جانب عمل کرنے والی یہ قوت، پانی کے وزن میں اضافہ کردیتی ہے، جسکی وجہ سے برتن کے قاعدے پر عمل کرنے والا دباؤ P ہی حاصل ہوتا ہے۔

Fig. (C) کے مطابق، برتن کا اُوپری کھلا ہوا حصہ بڑا ہے اور قاعدہ چھوٹا ہے۔ اِس حالت میں پانی کی مقدار سب سے زیادہ ہوگی۔ اِسی لئے پانی کا وزن بھی سب سے زیادہ ہونا چاہیئے۔ لیکن برتن کی دیواریں باہر کی جانب جھکی ہوئی ہیں۔ اِس حالت میں دیواروں کے ذریعے پیدا ہونے والا ردِعمل (Reaction) دو اجزاء میں تحلیل کیا جاسکتا ہے۔ مخالف دیواروں پر عمل کرنے والے اُفقی جُز ایک دوسرے کو ضائع کردیتے ہیں لیکن عمودی جز اُوپر کی جانب عمل کرنے لگتے ہیں۔ اُوپر کی جانب عمل کرنے والی یہ قوت، پانی کے وزن میں کمی کردیتی ہے، جسکی وجہ سے برتن کے قاعدے پر عمل کرنے والا دباؤ P ہی حاصل ہوتا ہے۔

اِس مثال سے ثابت ہوجاتا ہے کہ برتن کی بناوٹ و جسامت سے، پانی کے ستون کے ذریعے عمل کرنے والا دباؤ پر کوئی اثر نہیں پڑتا، اگر اُن برتنوں کے قاعدے بالکل ایک جیسے ہوں اور اُن تمام برتنوں میں پانی کی بل

P = 0

h

P_a

مینومیٹر (Manometer):۔

شیشے کی ایک 'U' نما نلی، جو ... کے تصور کی بنیاد پر دباؤ پیما تیار کیا جاسکتا ہے۔ اٹلی کے ایک طبیعیات داں ...ricelli ...) معلوم کرنے کیلئے ایک دباؤ پیما (Mercury Barometer) تیار کیا ت...

کانچ کی بنی ایک لمبی نلی لی جاتی، جس کا ایک سرا بند ہوتا ہے۔ اِس نلی میں پارے (Mercury) کو بھرا جاتا ہے۔ اِس نلی کو ایک کھوکھلے گول برتن (trough) میں عموداً اُلٹا رکھا جاتا ہے۔ جس کی وجہ سے نلی کا کچھ پارہ اُس برتن میں چلا جاتا ہے، اور پارے کا ایک مخصوص ستون اُس نلی کے اندر باقی رہ جاتا ہے۔ اِس مکمل آلے کو پارے کا دباؤ پیما کہا جاتا ہے۔

نلی کے اُوپری حصہ میں موجود پارے کا دباؤ صفر (P = 0) تسلیم کیا جاتا ہے، کیونکہ اُس جگہ پر پارے کے صرف بخارات پائے جاتے ہیں، جن کا دباؤ اتنا معمولی ہوتا ہے کہ اُس دباؤ کو نظرانداز کیا جاسکتا ہے۔ پارے کی بیرونی سطح پر ماحولیاتی دباؤ (Atmospheric Pressure) کا عمل ہورہا ہے، جس کی قیمت درج ذیل ہوتی ہے۔

$$P_a = \rho.g.h$$

یہاں ρ پارے کی کثافت ہے، اور h اُس نلی میں موجود پارے کے ستون کی بلندی ہے۔ اگر ماحولیاتی دباؤ بڑھتا ہے تو نلی میں پارے کے ستون کی بلندی بھی بڑھتی جاتی ہے۔ اِس طرح سے، درج بالا ضابطہ کا استعمال کرکے ماحولیاتی دباؤ محسوب کیا جاتا ہے۔

سمندر کی سطح کے برابر بلندی پر دیکھا گیا ہے کہ پارے کے ستون کی بلندی 76 cm حاصل ہوتی ہے۔ اِس سے ظاہر ہوتا ہے کہ ایک معیاری ماحولیاتی دباؤ کی قیمت درج ذیل ہوتی ہے۔

$$P_a = 1.013 \times 10^5 \, N/m^2$$

کھلی نلی مینومیٹر (Open Tube Manometer):۔

کھلی نلی مینومیٹر ایک بہت ہی سادہ آلہ ہوتا ہے، جس کو استعمال کرکے دباؤ کے فرق کو محسوب کیا جاسکتا ہے۔ اِس کا نامزد خاکہ درج ذیل ہے۔

یہ ایک U نما نلی پر مشتمل ہوتا ہے۔ اِس نلی میں ایک مائع (یعنی تیل) کو بھرا جاتا ہے۔ اگر مائع کی کثافت کم ہو تو دباؤ کے معمولی فرق کی پیائش کر سکتے ہیں، اور اگر مائع کی کثافت زیادہ ہو تو دباؤ کے بہت زیادہ فرق کی پیائش ممکن ہوتی ہے۔ اِس نلی کا ایک سرا کھلا ہوا ہوتا ہے، جسے کھلی ہوا میں رکھا جاتا ہے، اور اُس کا دوسرا سرا اُس نظام کیساتھ جوڑ کر رکھتے ہیں، جس کیلئے دباؤ کی پیائش کرنی ہو۔

عام طور پر، پاسکل کے قانون کے مطابق، توازن کی حالت میں، نقطہ A اور نقطہ B پر دباؤ مساوی ہوتا ہے۔ اِس حالت میں، دباؤ کا تفاوت (فرق) درجِ ذیل ہوتا ہے۔

اس ضابطہ کی بنیاد پر کھلی نلی مینومیٹر کو استعمال

سوال نمبر (15):۔ Hydraulic Press کی

جواب: Hydraulic Press :۔

دباؤ کے تصور کو استعمال کر کے تیار کی گئی، ں کا ترتیبی نامزد کا کہ درجِ ذیل ہے۔

اِس میں دو دھاتی استوانے C اور D استعمال کیے جاتے ہیں۔ اِن استوانوں میں پانی بھرا جاتا ہے۔ ایک بڑا پلیٹ فارم M استعمال کیا جاتا ہے، جو کہ ایک فشارے (Piston) یعنی P_2 سے جُڑا ہوا ہوتا ہے۔ اِس فشارے کے اُوپری حصے پر ایک دھاتی فریم N لگائی جاتی ہے۔ M اور N کے درمیان کپاس () رکھی جاتی ہے، جسے دبا کر Press کرنا ہوتا ہے۔ قابلِ غور بات یہ ہے کہ رقبہ A_2 ہمیشہ رقبہ A_1 سے بڑا ہوتا ہے۔

فرض کیجیئے کہ فشارے P_1 پر ایک قوت لگائی گئی جو کہ F_1 ہے اور نیچے کیا جانب عمل کر رہی ہے۔ پاسکل کے قانون کے مطابق، یہ قوت پانی کے تمام نقاط پر یکساں انداز میں تقسیم ہو جائے گی۔ فرض کیجیئے کہ فشارے P_2 پر عمل کرنے والی قوت F_2 ہے۔ دونوں فشاروں پر مساوی دباؤ عمل کرتے ہیں۔

$$P_1 = P_2$$

دباؤ کی تعریف استعمال کرنے پر،

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$F_2 = \frac{F_1 . A_2}{A_1}$$

اگر رقبہ A_2 ہمیشہ رقبہ A_1 سے بڑا ہو تو درجِ بالا ضابطے سے ثابت ہو جاتا ہے کہ،

$$F_2 > F_1$$

اِس ضابطے سے ثابت ہو جاتا ہے کہ Hydraulic Press کے ایک جانب، چھوٹے استوانے پر لگائی گئی معمولی قوت دوسری جانب، بڑے استوانے میں ایک بڑی قوت میں تبدیل ہو جاتی ہے۔ اِس طرح سے Hydraulic Press پاسکل کے قانون کی بنیاد پر عمل کرتا ہے۔

Hydraulic Press کے اہم استعمال درجِ ذیل ہیں۔

(ا) اِسے استعمال کر کے کپاس کے بنڈل یا استعمال شدہ بے کار کاغذ کے بنڈل بنائے جاتے ہیں۔

(۲) بیجوں کو دبا کر اُن میں سے تیل نکالنے کیلئے اِسے استعمال کیا جاتا ہے۔

(۳) دھاتی

Torricelli کا قانون

کسی بھی کھلے

ن کے ثقلی میدان میں

آزادانہ طور پر گر رہے جسم

ایک مثالی مائع، جس کی کثافت ρ ہے، کو ایک برتن میں لیا گیا۔ اِس برتن میں ایک جانب، ایک نکاس (outlet) موجود ہے، جسے O سے ظاہر کیا گیا ہے۔ اِس نکاس سے مائع کو باہر کی جانب بہنے دیا جاتا ہے۔ ایک عام مشاہدہ ہے کہ اگر مائع کی بلندی، اُس سوراخ (O) کے اُوپر بڑھائی جائے تو سوراخ سے باہر نکلنے والے مائع کے بہاؤ کی رفتار (Efflux Velocity) بڑھتی جاتی ہے۔

Bernoulli کے اُصول کے مطابق،

$$\text{Pressure Energy} + \frac{\text{K.E.}}{} + \frac{\text{P.E.}}{} = \text{constant}$$

$$P + \frac{1}{2}(\rho V^2) + (\rho gh) = \text{Constant}$$

Bernoulli کے اُصول کو سوراخ کے اندر اور باہر دونوں جگہوں پر تقابلی طور پر استعمال کرتے ہیں۔

$$P_o + \frac{1}{2}(\rho V_1^2) + \rho gh = P_a + \frac{1}{2}(\rho V_2^2) + \rho gx$$

اگر $x = 0$ اور $V_1 = 0$ ہو تو $P_o = P_a$ ہوتا ہے۔

$$P_o + (0) + \rho gh = P_a + \frac{1}{2}(\rho V_2^2) + (0)$$

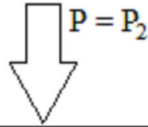
$$\rho gh = \frac{1}{2}(\rho V_2^2)$$

ر پر بہاؤ

تی ہے۔

کی شکل میں

noulli

ter (I)

یہ ایک پائپ پر مشتمل ہوتا ہے جس کا عرضی تراشے کا رقبہ ایک مقام پر A اور دوسرے مقام پر B ہوتا ہے۔ اِس پائپ کے ساتھ ایک U نما نلی سے بنا Manometer بھی لگا ہوا ہوتا ہے۔ اِس Manometer کا ایک سرا پائپ کے بڑے تراشے کے ساتھ لگا ہوا ہوتا ہے اور دوسرا سرا پائپ کے تنگ سرے کے ساتھ جڑا ہوا ہوتا ہے۔ اِس Manometer میں ایک سیال استعمال کیا جاتا ہے جس کی کثافت ρ_m ہوتی ہے۔

فرض کیجئے کہ پائپ کے بڑے تراشے A سے اندر داخل ہونے والے مائع کی رفتار V_1 ہوتی ہے۔ اِس رفتار کی قیمت کو تسلسل کے ضابطہ کی بنیاد پر محسوب کیا جاتا ہے۔

اگر پائپ کے تنگ تراشے B سے گزرنے والے مائع کی رفتار V_2 ہو تو،

$$V_2 = \left[\frac{A}{a}\right] \times V_1$$

Bermoulli کی مساوات استعمال کرنے پر،

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho V_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho V_1^2\left[\frac{A}{a}\right]^2$$

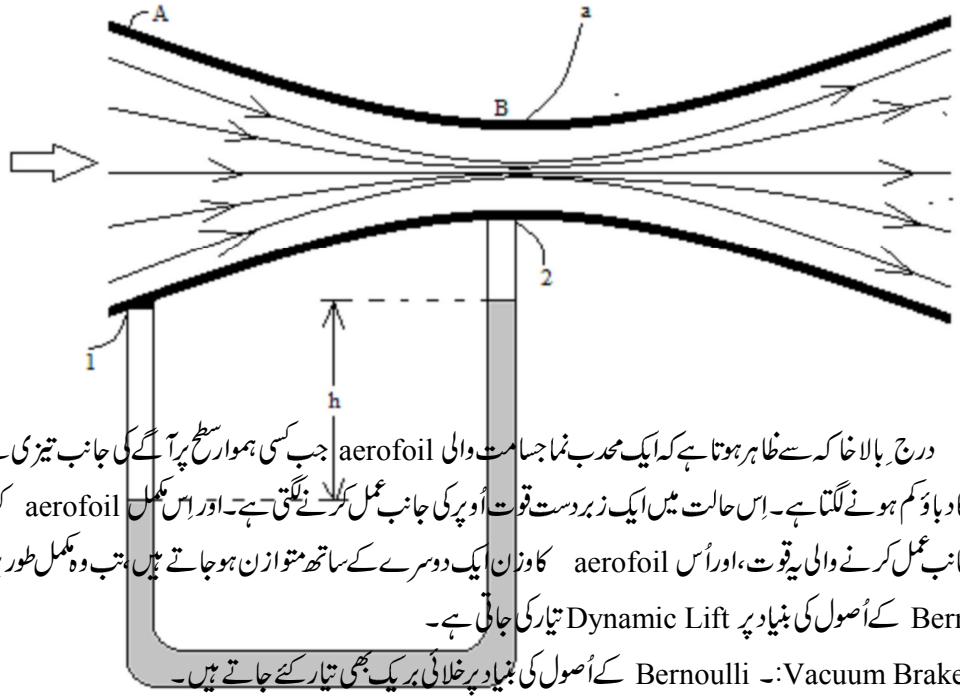
$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho V_1^2\left\{\left[\frac{A}{a}\right]^2 - 1\right\}$$

U نما Manometer کی دونوں شاخوں کے درمیان مائع کی سطحوں کا فرق، درحقیقت پائپ میں سے گزرنے والے سیال کے دونوں تراشوں سے گزرتے وقت دباؤ کے فرق کے برابر ہوتا ہے۔

$$P_1 - P_2 = \rho_m gh$$

$$\rho_m gh = \frac{1}{2}\rho V_1^2\left\{\left[\frac{A}{a}\right]^2 - 1\right\}$$

اِس مساوات کو Venturi Meter کی مساوات کہا جاتا ہے۔ اِس مساوات کے کئی استعمال ہیں۔ مثلاً گاڑیوں میں استعمال والے carburetor میں اِس اُصول کو

رتبہ شریانوں کے اندرونی کھلبند
ہے۔ اِس قسم کی تنگ جگہوں سے خون کے
۔ اِس اضافی دباؤ کی وجہ سے شریان کو پھٹ
اہے۔
ہوائی جہاز۔ جب کوئی جسم نہایت تیزی سے

درجِ بالا خاکہ سے ظاہر ہوتا ہے کہ ایک محدب نما جسامت والی aerofoil جب کسی ہموار سطح پر آگے کی جانب تیزی سے حرکت کرتی ہے، تب اُس کے اُوپری علاقے میں ہوا کا دباؤ کم ہونے لگتا ہے۔ اِس حالت میں ایک زبردست قوت اُوپر کی جانب عمل کرنے لگتی ہے۔ اور اِس مکمل aerofoil کو اُوپر کی جانب اُٹھانا شروع کر دیتی ہے۔ جب اُوپر کی جانب عمل کرنے والی یہ قوت، اور اُس aerofoil کا وزن ایک دوسرے کے ساتھ متوازن ہو جاتے ہیں، تب وہ مکمل طور پر اُوپر اُٹھنا شروع ہو جاتا ہے۔ اِس طرح سے Bernoulli کے اُصول کی بنیاد پر Dynamic Lift تیار کی جاتی ہے۔

(۴) Vacuum Brakes:۔ Bernoulli کے اُصول کی بنیاد پر خلائی بریک بھی تیار کئے جاتے ہیں۔

(۵) Bunsen's Burner:۔Bernoulli کے اُصول کی بنیاد پر بنسین برنر بھی تیار کیا جاتا ہے۔ اِس میں ایک بہت مہین سوراخ (Nozzle) استعمال کیا جاتا ہے۔ اِس سوراخ میں سے گیس بہت زیادہ رفتار سے خارج ہوتی ہے۔ اِس کی وجہ سے اُس سوراخ کے قریب ہوا کا دباؤ کم ہو جاتا ہے۔ ہوا اور گیس کا آمیزہ اُوپر کی جانب اُٹھنے لگتا ہے اور جب اُسے جلاتے ہیں، تب وہاں ایک شعلہ حاصل ہو جاتا ہے۔

(٦) Air Purifier:۔ ہوا میں خوشبوؤں کو پھیلانے کے لئے ایک آلہ استعمال کیا جاتا ہے جسے Air Purifier کہا جاتا ہے۔ یہ آلہ برنالی کی اُصول کی بنیاد پر عمل کرتا ہے۔

<< ختم شدہ >>

6۔ آواز: ایک توانائی
(Sound: An Energy)

آواز کی لہریں (Sound Waves):۔

خلیل جبران نے تمثیل کے طور پر کہا تھا کہ جب ساکن پانی کی سطح پر چھوٹا سا کنکر (پتھر) ڈال دیں تو اُس پانی کی سطح میں لہریں حلقہ در حلقہ پیدا ہونے لگتی ہیں۔ اس تمثیل سے ظاہر ہوتا ہے کہ ایک چھوٹا سے کنکر میں اتنا 'وزن' ہوتا ہے کہ وہ پانی کی سطح پر لہریں پیدا کردے!

کسی جھیل کے شفاف تھمے ہوئے پانی کی سطح پر ایک چھوٹا سا کنکر ماریئے۔جس جگہ کنکر پانی کی سطح سے ٹکراتا ہے،اسی جگہ سے پانی کی سطح پر لہریں یا حلقورے بننا شروع ہوجاتے ہیں۔یہ حلقے لگاتار آگے کی سمت میں بڑھ کر پھیلتے جاتے ہیں۔آگے بڑھتے وقت یہ حلقے نشیب اور فراز پیدا کرتے جاتے ہیں۔ اب آپ پانی کی اس سطح پر کاغذ کے چھوٹے چھوٹے ٹکڑے ڈالئے۔آپ دیکھیں گے کہ کاغذ کے یہ ٹکڑے پانی میں لہروں (حلقوں) کے ساتھ آگے کی سمت میں حرکت نہیں کرتے ہیں، بلکہ اپنی ہی جگہ رہ کر اوپر کی جانب اور نیچے کی جانب اپنی حرکت کو دہراتے رہتے ہیں۔کاغذ کے ان ٹکڑوں کی یہ مخصوص حرکت درحقیقت پانی کے سالمات کی حرکت ہوتی ہے۔ اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ پانی کے سالمات کی اوپر نیچے ہونے والی اس دوری حرکت کی وجہ سے لہریں تیار ہوتی ہیں مگر یہ سالمات ان لہروں کے ساتھ آگے کی سمت میں بذات خود منتقل نہیں ہوتے۔سالمات کی اپنے اوسط مقام کے اطراف اوپر نیچے ہونے والی اس دوری حرکت کو اہتزازی حرکت (Oscillatory Motion) کہا جاتا ہے۔

درجِ بالا مثال میں ہم نے دیکھا کہ ساکت پانی کے ایک تالاب میں ایک چھوٹی سی کنکری گرائیں تو پانی کی سطح مضطرب (disturb) ہوجاتی ہے۔یہ اضطراب ایک مقام پر محدود نہیں رہتا بلکہ ایک دائرے کی شکل میں باہر کی طرف رواں ہوجاتا ہے۔اگر اِس مضطرب سطح پر کاغذ کے چھوٹے چھوٹے ٹکڑے ڈال دیں تو یہ تمام ٹکڑے اُوپر نیچے حرکت کرتے ہیں، لیکن اضطراب کے مرکز سے دور نہیں جاتے۔اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ پانی کی کمیت، اُن دائروں کے ساتھ، باہر نہیں بہتی بلکہ ایک حرکت پیدا کرتا ہوا اضطراب پیدا ہوتا ہے۔ بالکل اسی طرح سے جب ہم بولتے ہیں تو آواز کی لہریں، ہم سے باہر کی طرف حرکت کرتی ہیں، لیکن ان کے ساتھ واسطے کے ایک حصے سے دوسرے حصے میں کوئی ہوا کا بہاؤ نہیں ہوتا۔ ہوا میں پیدا ہوا خلل یا اضطرب (Disturbance) بہت کم واضح ہوتا ہے اور اُسے صرف ہمارے کان یا مائیکروفون ہی معلوم کرپاتے ہیں۔یہ نمونے جو حقیقی طبعی منتقلی یا مجموعی طور پر مادے کے بہاؤ کے بغیر حرکت کرتے ہیں، لہر (Waves) کہلاتے ہیں۔

اسی طرح سے سر دوشاخہ (Tuning Fork) کی دونوں شاخیں (Prongs) عام طور پر حالت اوسط پر رہتی ہیں، مگر جب اسے بجایا جاتا ہے تو یہ شاخیں اندر باہر، بار بار اپنی حرکت کو دہرانے لگتی ہیں۔شاخوں کی اس اہتزازی حرکت کی وجہ سے ان کے اطراف کے علاقے میں ہوا کے ذرات میں اہتزازی حرکت پیدا ہونے لگتی ہیں اور ایک مخصوص آواز سنائی دیتی ہے۔اسی طرح سے آواز کی لہریں درحقیقت اہتزازی حرکت کے نتیجے میں پیدا ہوتی ہیں۔

لہری حرکت (Wave Motion):۔ جب واسطے کے کسی ایک ذرّہ کو توانائی دی جاتی ہے تب وہ ذرّہ عمودی انداز میں یا افقی انداز میں اہتزازی حرکت کرنے لگتا ہے۔اس ذرّہ کی اس حرکت کا اثر متصل ذرات پر پڑتا ہے اور وہ بھی اہتزازی حرکت شروع کردیتے ہیں۔واسطے کے ذرّات کی اس اہتزازی حرکت کی وجہ سے ایک قسم کا خلل (Disturbance) پیدا ہوجاتا ہے۔جو ایک جگہ سے دوسری جگہ منتقل ہونے لگتا ہے۔خلل کے اسطرح منتقل ہونے کے عمل کو لہری حرکت کہتے ہیں۔

لہری حرکت کی بنیادی طور پر دو قسمیں ہوتی ہیں۔

۱) **عرضی لہر (Transverse Wave):۔** جب واسطے کے ذرّات کو توانائی دی جاتی ہے تب وہ عموداً اہتزازی حرکت کرنے لگتے ہیں اس طرح پیدا ہونے والے خلل کے ذریعئے توانائی ایک جگہ سے دوسری جگہ منتقل ہونے لگتی ہے۔اس قسم کی لہری حرکت کو عرضی لہر کہا جاتا ہے۔

۲) **طولی لہر (Longitudinal Wave):۔** جب واسطے کے ذرات کو توانائی دی جاتی ہے تب وہ افقی انداز میں اہتزازی حرکت کرنے لگتے ہیں اس طرح پیدا ہونے والے خلل کے ذریعئے توانائی ایک جگہ سے دوسری جگہ منتقل ہونے لگتی ہے۔اس قسم کی لہری حرکت کو طولی لہر کہا جاتا ہے۔

چند اہم اصطلاحات

a) **لہر کا حیطہ** b) **لہر کا طول موج** c) **لہر کی تواتر** d) **لہری رفتار**

a) **لہر کا حیطہ (Amplitude):۔** لہری حرکت کے دوران واسطہ کے ذرات اہتزازی حرکت کرتے ہیں۔اس اہتزازی حرکت کے دوران اوسط مقام سے انتہائی مقام کے درمیانی فاصلے کو لہر کا حیطہ کہتے ہیں۔

عام طور پر اسے 'a' سے ظاہر کرتے ہیں۔لہری حرکت کے دوران اوسط مقام سے ذرّات کے اعظم ہٹاؤ کو حیطہ کے ذریعئے ظاہر کیا جاتا ہے۔

b) **لہر کا طول موج (Wavelength):۔** لہری حرکت کے دوران مختلف ذرّات کی ہیّت مختلف ہوتی ہے۔ایک جیسی ہیّت رکھنے والے دو لگاتار ذرّات کا درمیانی فاصلہ ہمیشہ اس لہری حرکت کے لئے مستقل رہتا ہے۔اس مستقل فاصلے کو لہر کا طول موج کہا جاتا ہے۔

عام طور پر اسے l سے ظاہر کرتے ہیں۔طول موج اسے ذرّات کا درمیانی فاصلہ ہوتا ہے، جو ہیّت کا فرق 2prad. رکھتے ہوں۔

S.I. نظام میں طول موج کی اکائی meter ہوتی ہے۔

c) **لہری تواتر** (Frequency of Wave):۔ لہری حرکت کے دوران، اکائی وقت میں پیدا ہونے والی لہروں کی تعداد کو لہری کی تواتر کہا جاتا ہے۔

اسے عام طور پر "h" سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ S.I نظام میں تواتر کی اکائی Hertz ہوتی ہے۔

d) **لہری رفتار** (Wave Velocity):۔ لہری حرکت دوران اکائی وقت میں لہر کے ذریعئے طے ہونے والا فاصلہ مستقل ہوتا ہے۔ جسے لہری رفتار کہا جاتا ہے۔

اسے عام طور پر v سے ظاہر کرتے ہیں۔

لہری رفتار

فرض کیجیئے کہ ایک لہر کا طول موج l ہے، تواتر h ہے۔ اور لہری رفتار v ہے۔ خطی رفتار کی تعریف کے مطابق

$$\text{لہری رفتار} = \frac{\text{فاصلہ}}{\text{وقت}}$$

اگر وقت، وقت T دور کلی برابر ہو تو طے ہونے والا فاصلہ، طول موج l کے برابر ہوتا ہے۔

$$(1) \Rightarrow \quad v = \frac{\lambda}{T}$$

$$\therefore v = \frac{1}{T}.\lambda$$

$$v = n \times \lambda \qquad \left(\frac{1}{T} = n\right)$$

یہ ضابطہ طول موج، تواتر اور لہری رفتار کے درمیان تعلق ظاہر کرتا ہے۔

عرضی لہر (Transverse Wave):۔ جب واسطے کے ذرّات، لہر کی ترسیل کی سمت سے عموداً اہتزازی حرکت کرتے ہیں، تب پیدا ہونے والی لہر کو عرضی لہر کہا جاتا ہے۔

مثال:۔ کے طور پر اگر ایک سرے پر بندھی ہوئی رسّی کے دوسرے سرے کو اوپر پہنچنے حرکت دیں تو رسّی میں پیدا ہونے والی لہر ہمیشہ عرضی لہر ہوتی ہے۔

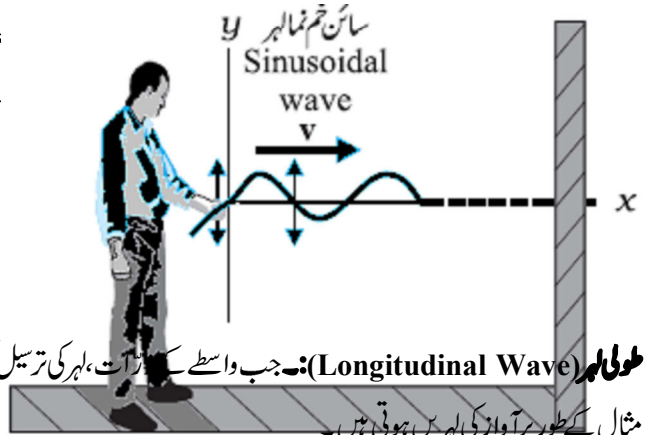
خصوصیات (Properties):۔ عرضی لہر کی اہم خصوصیات درج ذیل ہیں۔

۱) عرضی لہر کے دوران، واسطے کے ذرّات ہمیشہ لہر کی ترسیل کی سمت سے عموداً اہتزازی حرکت کرتے ہیں۔

۲) عرضی لہر ہمیشہ نشیب اور فراز دو حصّوں سے ملکر بنی ہوتی ہے۔

۳) عرضی لہر کے دوران، واسطہ کے تمام ذرّات کی اہتزازی حرکت کا حیطہ مستقل رہتا ہے۔

، واسطہ میں ممکن ہوتی ہے۔ جن میں مماسی لچک پائی جاتی ہو۔

کے مختلف مقامات پر دباؤ تبدیل نہیں ہوتا ہے۔

طولی لہر (Longitudinal Wave):۔ جب واسطے کے ذرّات، لہر کی ترسیل کی سمت سے افقاً اہتزازی حرکت کرتے ہیں، تب پیدا ہونے والی لہر کو، طولی لہر کہا جاتا ہے۔

مثال کے طور پر آواز کی لہریں ہوتی ہیں۔

خصوصیات:۔ طولی لہر کی اہم خصوصیات درج ذیل ہیں۔

۱) طولی لہر کے دوران، واسطے کے ذرّات ہمیشہ لہر کی ترسیل کی سمت سے افقاً اہتزازی حرکت کرتے ہیں۔

۲) طولی لہر ہمیشہ تکثیف اور تلطیف دو حصّوں سے ملکر بنی ہوتی ہے۔

۳) طولی لہر کے دوران، واسطہ کے تمام ذرات کی اہتزازی حرکت کا حیطہ مستقل رہتا ہے۔

۴) یہ لہر ٹھوس، مائع اور گیس تمام قسم کے واسطوں میں سے گزر سکتی ہے۔

۵) اس لہر کے دوران تکثیف کے علاقہ میں دباؤ بڑھ جاتا ہے۔ اور تلطیف کے علاقہ میں دباؤ کم ہو جاتا ہے۔ اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ طولی لہر کے دوران واسطے میں دباؤ میں تبدیلی واقع ہوتی ہے۔

ترقی پزیر لہر (Progressive Waves):۔ ترقی پزیر لہر ایک ایسی لہر ہوتی ہے جو مستقل متعین رفتار سے حرکت کرتی ہے اور جس میں آگے بڑھنے پر کوئی تبدیلی نہیں ہوتی۔ ترقی پزیر لہر کے دوران واسطہ کے ذرّات اپنی اوسط مقام کے اطراف اہتزازی حرکت کرتے ہیں لیکن توانائی کی ترسیل کی سمت میں آگے نہیں بڑھتے ہیں۔ اس لہر کے دوران واسطہ کے تمام

ذرّات کی ارتعاشی حرکت ایک جیسی ہیئت میں ہوتی ہے مگر ہر اگلا ذرّہ پچھلے ذرّہ سے ہیئت کے اعتبار سے آگے ہوتا ہے۔

ترقی پزیر لہر کی دو قسمیں ہوتی ہیں۔

۱) ترقی پزیر عرضی لہر(Progressive Transverse Wave):۔ ایسی لہر جسمیں واسطے کے تمام ذرّات لہر کی ترسیل کی سمت سے عموداً اہتزازی حرکت کرتے ہیں اور جس کا حیطہ شروع سے آخر تک مستقل رہتا ہے اسے ترقی پزیر عرضی لہر کہا جاتا ہے۔

ترقی پزیر عرضی لہر تیار کرنے کے لئے ایک سادہ تجربہ کا مظاہرہ کیا جاسکتا ہے۔ ایک ڈوری کو ایک سرے پر باندھ کر دوسرے سرے کو اوپر نیچے حرکت دیں تو تیار ہنے والی لہر ترقی پزیر عرضی لہر ہوتی ہے۔

۲) ترقی پزیر طولی لہر(Progressive Logitudinal Wave):۔ ایسی لہر جسمیں واسطے کے تمام ذرّات لہر کی ترسیل کی سمت سے افقاً اہتزازی حرکت کرتے ہیں اور جس کا حیطہ شروع سے آخر تک مستقل رہتا ہے۔ اسے ترقی پزیر طولی لہر کہا جاتا ہے۔

ترقی پزیر طولی لہر تیار کرنے کے لئے ایک سادہ تجربہ کا مظاہرہ کیا جاسکتا ہے۔ ایک spring کو ایک سرے پر متعین رکھ کر اگر دوسرے سرے کو خلل دیں تو یہ خلل ایک مخصوص انداز میں دوسرے سرے تک منتقل ہونے لگتا ہے۔ spring میں پیدا ہونے والے اس مخصوص خلل کو ترقی پزیر طولی لہر کہا جاتا ہے۔

آواز۔ایک طولی لہر(Sound-A Longitudinal Wave):۔ جب آواز کی لہریں ہمارے کانوں کے پردوں پر واقع ہوتی ہیں تو آواز کا احساس پیدا ہوتا ہے۔ درحقیقت دنیا کی تمام ارتعاشی چیزیں آواز پیدا کرتی ہیں۔ عام طور پر انسانی کان 2OHz سے 2OKHz تو اتر کی آوازوں کو سن سکتا ہے مگر انسانی کان کی بہترین کارکردگی 1kHz سے 4kHz کے درمیان ہوتی ہے۔

تجربات سے ثابت ہو چکا ہے کہ آواز کی لہریں خلاء میں سے گزر نہیں سکتی ہیں۔ اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ آواز کی لہروں کو گزرنے کے لئے ایک مادّی واسطہ (Material Medium) لازمی ہوتا ہے۔ آواز کی لہریں درحقیقت طولی لہریں ہوتی ہیں۔ اسے درج ذیل مظاہرہ سے واضح کیا جاسکتا ہے۔

A

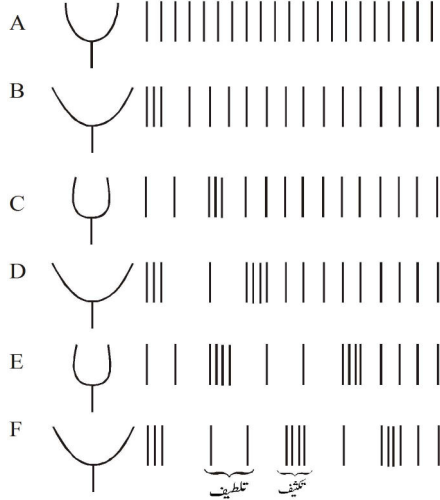
B

C

D

E

F

تلطیف   تکثیف

اس تجربات کی درج بالا خاکوں سے ظاہر ہوتا ہے کہ۔

۱) شکل (A) کے مطابق جب سر دوشاخہ کی دونوں شاخیں عام حالت میں ہوتی ہیں تو واسطہ (ہوا) کے تمام ذرّات اپنی اوسط حالت میں پائے جاتے ہیں۔

۲) شکل (B) کے مطابق جب سر دوشاخہ کی دونوں شاخیں باہر کی سمت پھیلی ہوتی ہیں تو ہوا کے نزدیکی علاقہ میں دباؤ بڑھتا ہے۔ اس علاقہ کو تکثیف کہا جاتا ہے۔

۳) شکل (C) کے مطابق جب سر دوشاخہ کی دونوں شاخوں کی اندر باہر ارتعاشی حرکت کے وجہ سے واسطے میں تکثیف اور تلطیف تیار ہوتے ہیں۔ اس طرح سے طولی لہر کے ذریعئے آواز آگے کی سمت بڑھتی ہے۔

اس مظاہرے سے ظاہر ہوتا ہے کہ آواز کی لہریں درحقیقت طولی لہریں ہوتی ہیں۔

نیوٹن کا ضابطہ(Newton's Formula):۔ اگر کسی واسطہ کی لچک E ہو اور کثافت r ہو تو اس واسطہ میں آواز کی رفتار درج ذیل ہوتی ہے۔

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

اس ضابطہ کو آواز کی رفتار کے لئے نیوٹن کا ضابطہ کہا جاتا ہے۔

اگر ہوا میں آواز کی ترسیل کو ہم تپش عمل (Isothermal Process) مان لیا جائے تو واسطہ کی لچک ہوا کے دباؤ کے برابر ہو جاتی ہے۔

N.T.P. پر ہوا کا دباؤ $P = h . r . g$

$$P = 0.76 \times 13600 \times 9.8 \text{ N/m}^2$$

اسی طرح سے ہوا کی کثافت 1.29 kg/m^3 ہوتی ہے۔ ان قیمتوں کو نیوٹن کے ضابطے میں استعمال کرنے پر۔

$$v = \sqrt{\frac{P}{\rho}}$$

$$v = \sqrt{\frac{0.76 \times 13600 \times 9.8}{1.29}}$$

$$\therefore v = 280 \ m/s$$

تجرباتی بنیاد پر ثابت ہو چکا ہے کہ .N.T.P پر ہوا میں آواز کی رفتار 330m/s ہوتی ہے۔اس طرح تجرباتی قیمت اور نیوٹن کے ضابطہ کے ذریعئے نظریاتی قیمت کے درمیان کافی بڑا بنیادی فرق موجود ہے۔اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ نیوٹن کا ضابطہ مکمل طور پر اطمینان بخش نتائج پیش نہیں کرتا ہے۔

لاپلاس کی ترمیم(Laplace's Corrections):۔آواز کی رفتار کے لئے ضابطہ اخذ کرنے کے لیئے نیوٹن نے آواز کی لہروں کی ترسیل کو ہم تپش عمل (Isothermal Precess) فرض کیا تھا لیکن Laplace نامی سائنسداں نے اسے غیر ہم تپش عمل (Adiabatic Process) تصوّر کیا Laplace کے مطابق آواز کی طولی لہروں کی ترسیل کے دوران درجہ حرارت مستقل نہیں رہتا ہے۔اس طرح سے ہوا کی لچک کو دباؤ کے مساوی نہیں لیا جا سکتا۔

Laplace کے مطابق ہوا کی لچک درج ذیل ہوتی ہے۔

$$E = g.\ P$$

یہاں g ایک مستقل ہے جو مستقل دباؤ پر حرارت نوعی (Cp) اور مستقل حجم پر حرارت نوعی (Cv) کے تناسب کو ظاہر کرتا ہے۔

یہ قیمت نیوٹن کے ضابطہ میں استعمال کرنے پر

$$v = \sqrt{\frac{\gamma.P}{\rho}}$$

.N.T.P پر g کی قیمت اوسطاً 1.4 حاصل ہوتی ہے۔اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ .N.T.P پر ہوا میں آواز کی رفتار درج ذیل ہوتی ہے۔

$$v = \sqrt{\frac{\gamma.P}{\rho}}$$

$$v = \sqrt{\frac{1.4 \times 0.76 \times 13600 \ \times 9.8}{1.29}}$$

$$\therefore v = 331 \ m/s$$

ہوا میں آواز میں رفتار کی یہ قیمت، تجرباتی قیمت کے مساوی ہے۔اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ Laplace کے ذریعئے کی گئی ترمیم درحقیقت تجرباتی تصدیق کو ظاہر کرتی ہے۔

مختلف عوامل:۔

آواز کی رفتار پر اثر انداز ہونے والے مختلف عوامل درج ذیل ہیں۔

۱) کثافت کا اثر(Effect of Density):۔کسی گیس میں آواز کی رفتار ہمیشہ اس گیس کی کثافت کے جزرالمربع کے ساتھ معکوس تناسب میں ہوتی ہے۔

$$v\alpha \frac{1}{\sqrt{\rho}}$$

۲) رطوبت کا اثر(Effect of Humidity):۔ہوا میں رطوبت کے بڑھنے پر کثافت کم ہونے لگتی ہے اسی لئے آواز کی رفتار بڑھتے جاتی ہے۔

۳) درجہ حرارت کا اثر(Effect of Temperature):۔ہوا میں آواز کی رفتار ہمیشہ درجہ حرارت کے جزرالمربع کے ساتھ راست تناسب میں ہوتی ہے۔

$$v\alpha\sqrt{T}$$

۴) دباؤ کا اثر(Effect of Pressure):۔ عام طور پر دیکھا گیا ہے کہ ہوا کے دباؤ کا آواز کی رفتار پر کوئی قابل ذکر اثر نہیں پڑتا ہے۔کیونکہ دباؤ بڑھانے پر کثافت بھی اسی تناسب میں بڑھ جاتی ہے۔اسی وجہ

سے اصطلاح P/ρ مستقل رہتی ہے، جس کی وجہ سے آواز کی رفتار مستقل رہتی ہے۔

آوازِ موسیقی(Musical Sound):۔

آواز کی ایسی طولی لہر، جس میں پیدا ہونے والے تکثیف اور تلطیف بہت تیزی سے، متواتر اور ایک مخصوص دوری وقت کے بعد اس طرح ظاہر ہوتے ہوں کہ لہر کا حیطہ مستقل رہتا ہو، اسے آوازِ موسیقی کہتے ہیں۔

آوازِ موسیقی میں عام طور پر تواتر بہت زیادہ ہوتی ہے۔حیطہ میں تقریباً کوئی تبدیلی نہیں ہوتی اور یہ عموماً طویل مدت کے لئے ہوتی ہیں۔یہ ہمیشہ سننے والے پر خوشگوار اثر ڈالتی ہیں۔

خصوصیات: آوازِ موسیقی میں عام طور پر درج ذیل تین خصوصیات پائی جاتی ہیں،

(۱) Pitch:۔آوازِ موسیقی کی وہ خاصیت جس کی وجہ سے سننے والے شخص کو آواز میں تبدیلی کا فوراً احساس ہو جاتا ہے۔Pitch کا تعلق ہمیشہ آواز کی تواتر سے ہوتا ہے۔جب آواز کی تواتر بہت بڑھ جاتی ہے تو اسے سننے والے کے انداز میں Shrill آواز کہا جاتا ہے، اور جب تواتر بہت کم ہو جاتی ہے تو اسے عام طور پر Flat آواز کہا جاتا ہے۔اس طرح سے Pitch کی وجہ سے سننے والا شخص آواز میں ہونے والی تبدیلی کو محسوس کر لیتا ہے۔مثلاً بچوں اور عورتوں کی آوازیں عام طور پر مردوں کی آواز کے مقابلے زیادہ تواتر والی ہوتی ہیں، جسے ہم بآسانی محسوس کر سکتے ہیں۔

(۲) Loudness:۔ آواز کے ذریعئے پیدا ہونے والے احساسِ سمع کی قدر کو Loudness کہا جاتا ہے۔اسکا تعلق آواز کی حدت پر ہوتا ہے۔اگر آواز کی حدت زیادہ ہو تو Loudness بھی زیادہ ہوتی ہے۔

(۳) Quality:۔ آواز کی پیچیدگی کی پیمائش کو Quality یا Timber کہا جاتا ہے۔اس کا انحصار ہمیشہ آواز میں موجود Harmonics کی تعداد پر ہوتا ہے۔

سوال نمبر(12) : شور (Noise) سے کیا مراد ہے؟ اسکی وضاحت کیجئے۔

جواب : شور(Noise):۔ آواز کی ایسی طولی لہر،جس میں پیدا ہونے والے تکثیف اور تلطیف بہت تیزی سے،متواتر اور ایک مخصوص دوری وقت کے بعد اس طرح ظاہر ہوتے ہوں کہ لہر کا حیط بے انتہاء تیزی سے بدلتا ہو،اسے آوازِ شور(یا شور) کہتے ہیں۔

شور کی آواز میں عام طور پر تواتر بہت کم ہوتی ہے۔حیطہ میں ہونے والی تبدیلیاں ہمیشہ بہت تیزی سے رونما ہوتی ہیں۔ یہ آوازیں عموماً بہت کم مدت کی ہوتی ہیں۔ان آوازوں کو سن کر عام طور پر سننے والے کو بے اطمینانی (Discomfort) کا احساس ہوتا ہے۔

Weber-Fechner's Law :۔ اس قانون کے مطابق،

’آواز کی لہریں انسانی کانوں پر لاگرتھمک (Logarithmic) انداز میں اثر انداز ہوتی ہیں۔ آواز کی Loudness ہمیشہ آواز کی حدت کے لاگ کے ساتھ راست تناسب میں ہوتی ہے۔‘

آواز کی حدت کو ہمیشہ Decibel اکائی میں ظاہر کرتے ہیں۔اس اکائی کو مختصراً dB لکھا جاتا ہے۔اس پیمانہ میں کچھ آوازوں کی مثالیں درج ذیل ہیں۔

dB میں قیمت	آواز کی قسم
15	سرگوشی
70	عام بات چیت
120	ہوائی جہاز کے انجن کی آواز

درج بالا قیمتوں سے ظاہر ہوتا ہے کہ 120dB کی آواز انسانی کانوں کے لئے بے انتہاء نقصان دہ ہوتی ہیں۔

پیمانہ موسیقی (Musical Scale):۔ موسیقی کی آوازوں کے تفصیلی مطالعہ کے لئے کچھ مخصوص اصطلاحات استعمال کئے جاتے ہیں۔ان تمام اصطلاحات کی مختصراً وضاحت درج ذیل ہے،

(۱) وقفہ موسیقی (Musical Interval):۔ آواز کی لہروں کی اعظم تواتر اور اقل تواتر کے تناسب کو وقفہ موسیقی کہا جاتا ہے۔

(۲) ہم گونج حالت (Unison):۔ اگر وقفہ موسیقی کی قیمت " 1 " ہو تو آواز کی دونوں Notes کی تواتر مساوی ہو جاتی ہے۔اس مخصوص حالت کو Unison کہا جاتا ہے۔

(۳) مثمن (Octave) :۔ اگر وقفہ موسیقی کی قیمت " 2 " ہو تو آواز کی دونوں Notes کی تواتر ایک دوسرے سے دگنی ہو جاتی ہے۔اس مخصوص حالت کو Octave کہا جاتا ہے۔

(۴) (Major Tone):۔ اگر کسی آواز کے لئے وقفہ موسیقی کی قیمت (8 / 9) ہو تو اسے Major Tone کہا جاتا ہے۔

(۵) Minor Tone:۔ اگر کسی آواز کے لئے وقفہ موسیقی کی قیمت (9 / 10) ہو تو اسے Minor Tone کہا جاتا ہے۔

(۶) Semi Tone:۔ اگر کسی آواز کے لئے وقفہ موسیقی کی قیمت (15 / 16) ہو تو اسے Semi Tone کہا جاتا ہے۔

Diatonic Musical Scale:۔ اگر آواز کے مخصوص Notes ایک دوسرے سے متعین اور سادہ وقفے سے علاحدہ ہوں تو ان تمام آوازوں کے سلسلے کو Musical Scale کہا جاتا ہے۔یہ تمام آوازیں انسانی کانوں پر بہترین خوشگوار اثر پیدا کرتے ہیں۔ Diatonic پیمانہ موسیقی ایک بہترین خوشگوار اور عام طور پر استعمال ہونے والا پیمانہ ہے۔اس پیمانہ میں آٹھ سر (Notes) ہوتے ہیں۔ ہر آنے والا آٹھواں سر ہمیشہ پہلے سر کا Octave ہوتا ہے۔اس پیمانہ میں سب سے کم تواتر والے سر کو بنیادی سر (Fundamental note) کہا جاتا ہے۔

درج ذیل جدول میں ایک ایسا ہی پیمانہ موسیقی دیکھا یا گیا ہے۔

سر (note)	ہندوستانی نام	تواتر	وقفہ موسیقی
C	Sa	256	9/8
D	Re	288	10/9
E	Ga	320	16/15
F	Ma	341.3	9/8
G	Pa	384	10/9

A	Dha	426.7	9/8
B	Ni	480	16/15
C	Sa	512	

ختم شدہ

7۔ حرارت کا تصور
(Concept of Heat)

حرارت کا ایک عام تصور (General Concept of Heat):۔

عام طور پر سردی کے موسم، کسی شخص کو بیماری کی حالت میں آئے ہوئے تیز بخار، گرم چائے، ٹھنڈا شربت وغیرہ مثالوں میں ہم جس چیز کے بارے بات کرتے ہیں، اُسی کو فزکس کی زبان میں حرارت یا تپش کیا جاتا ہے۔

ہم سب تپش یا حرارت (Heat) اور درجہ حرارت (Temperature) کے متعلق ایک سادہ سا تصور رکھتے ہیں۔ دراصل درجہ حرارت کسی بھی جسم کی گرم کیفیت کی پیائش کو ظاہر کرتا ہے۔ مثال کے طور پر اُبلتے ہوئے پانی سے بھری ایک کیتلی، یقیناً اُس برتن کے مقابلے زیادہ گرم ہوتی ہے، جس میں برف رکھی ہو۔ یعنی عام فہم انداز میں ہمیں اس بات کا علم ہے کہ تپش یا حرارت (Heat) ایک توانائی ہے، جس کی وجہ سے ہمیں گرمی یا سردی کا احساس ہوتا ہے۔ یعنی کسی بھی جسم کے ٹھنڈے ہونے یا گرم ہونے کا تعلق دراصل اس میں موجود تپش کی توانائی پر منحصر ہوتا ہے۔ اگر تپش کی توانائی کسی جسم میں زیادہ ہو تو وہ گرم محسوس ہوتا ہے، اور اگر تپش کم ہو تو وہ جسم ٹھنڈہ محسوس ہوتا ہے۔ جسم میں موجود تپش (حرارت) کی توانائی کی مقدار کو اس جسم کا درجہ حرارت (Temperature) کہتے ہیں۔

علم طبیعیات میں ہمیں حرارت اور درجہ حرارت وغیرہ جیسے تصورات کی بہت زیادہ احتیاط کے ساتھ تعریفیں کرنی ہوتی ہیں۔ اِس باب میں ہمیں یہ سیکھنا ہے کہ حرارت حقیقتاً کیا چیز ہے؟ اور اِسے کیسے ناپا جاسکتا ہے؟ اِسی طرح سے ہمیں یہ بھی دیکھنا ہے کہ حرارت ایک جسم سے دوسرے جسم تک کون کون سے عملی طریقوں سے بہتی ہے۔ یہاں حرارت کی وجہ سے مادے پر ہونے والے مختلف اثرات کا تفصیلی مطالعہ کیا جائے گا۔ حرارتی توانائی کی وجہ سے کسی بھی جسم میں کئی قسم کی تبدیلیاں پیدا ہوجاتی ہیں۔ مثلاً حرارتی توانائی زیادہ ہو تو جسم کا حجم بڑھ جاتا ہے، جسے حرارتی پھیلاؤ کہتے ہیں۔ جسم میں موجود سالمات کی توانائی بالحرکت کی وجہ سے حرارتی توانائی پیدا ہوتی ہے۔ جب سالمات کی توانائی بالحرکت بڑھتی ہے تب بین سالماتی قوت کشش کمزور ہونے لگتی ہے، اسی لئے یہ تمام سالمات ایک دوسرے سے دور جانے لگتے ہیں۔ یہی وجہ ہے کہ گرم کرنے پر، عام طور پر، کوئی بھی شئے پھیلتی ہے۔ اسی طرح سے حرارتی توانائی کے زیادہ ہونے پر جسم کی طبعی حالت بھی تبدیل ہوجاتی ہے۔ بالکل اسی طرح سے اگر کسی جسم کی حرارتی توانائی کم ہوجائے تو اس جسم کی برقی خصوصیات میں زبردست تبدیلیاں پیدا ہوجاتی ہیں۔ آپ نے یقیناً Superconductivity کے بارے میں سنا ہوگا، جس میں اگر کسی موصل جسم کا درجہ حرارت بڑے پیمانے پر کم ہوجائے تو وہ جسم برقی رو کے لئے صفر مزاحمت پیش کرتا ہے۔ یعنی بے انتہا کم درجہ حرارت پر موصل میں بغیر کسی نقصان کے، برقی رو گزرنے لگتی ہے!

درجہ حرارت ایک اضافی اصطلاح (Relative Term) ہے۔ جو کہ کسی بھی جسم کی گرم کیفیت یا ٹھنڈی کیفیت کی علامت ہوتا ہے۔ ہمیں چھو کر درجہ حرارت کا احساس ہوتا ہے۔ لیکن درجہ حرارت کا یہ احساس ناقابل اعتماد ہوتا ہے اور اسکی وسعت (Range) بھی اتنی محدود ہے کہ یہ سائنسی مقاصد کیلئے کارآمد نہیں ہے۔ روزمرہ زندگی میں ہمیں یہ تجربہ ہے کہ برف سے ٹھنڈے کیے ہوئے پانی سے بھرے گلاس کو اگر ایک میز پر رکھ کر چھوڑا جائے تو کچھ دیر بعد آخر کار گرم ہوجاتا ہے۔ لیکن اُسی میز پر رکھی ہوئی گرم چائے کی پیالی کچھ دیر بعد ٹھنڈی ہوجاتی ہے۔ اِس سے ثابت ہوجاتا ہے کہ جسم (نظام) اور اطراف (ماحول) کے درمیان حرارت کی توانائی مسلسل منتقل ہوتی رہتی ہے۔ حرارت کی توانائی کی یہ منتقلی اُس وقت تک جاری رہتی ہے جب تک کہ نظام اور ماحول دونوں کا درجہ حرارت مساوی نہ ہوجائے۔

حرارت یا تپش (Heat):۔

تپش یا حرارت (Heat) توانائی کی ایک قسم ہے، جس کی وجہ سے ہمیں گرمی یا سردی کا احساس ہوتا ہے۔ یعنی کسی بھی جسم کے ٹھنڈے ہونے یا گرم ہونے کا تعلق دراصل اس میں موجود تپش کی توانائی پر منحصر ہوتا ہے۔ اگر تپش کی توانائی کسی جسم میں زیادہ ہو تو وہ گرم محسوس ہوتا ہے، اور اگر تپش کم ہو تو وہ جسم ٹھنڈہ محسوس ہوتا ہے۔ کسی بھی جسم میں حرارت کی وجہ سے طبعی اور کیمیائی تبدیلیاں واقع ہوتی ہیں۔

S. I. نظام میں، حرارت کی اکائی جول (joule) ہوتی ہے۔ جسے عام طور پر J سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

درجہ حرارت (Temperature):۔

کسی بھی جسم میں موجود حرارت یا تپش کی مقدار (Quantity of Heat) کو درجہ حرارت کہتے ہیں۔ یہ ایک اضافی یا نسبتی اصطلاح ہے، جو کہ حرارت کی کمی یا زیادتی کا اظہار کرتی ہے۔ مثال کے طور پر اگر ایک برتن میں اُبلتا ہوا گرم پانی موجود ہو تو کہا جاسکتا ہے کہ اُس میں حرارت کی توانائی زیادہ ہے۔ اِسی طرح سے اگر کسی برتن میں برف رکھا ہو تو اُس میں حرارت کی توانائی کم مقدار میں ہوتی ہے۔ درجہ حرارت کے بارے میں ہمارا یہ تصور صرف ہمارے چھونے کے احساس (Sense of touch) کے ساتھ جڑا ہوا ہے۔

S. I. نظام میں، درجہ حرارت کی اکائی Degree Kelvin ہوتی ہے۔ جسے عام طور پر K سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

درجہ حرارت کی پیائش (Measurement of Temperature):۔

درجہ حرارت کی پیائش کرنے کیلئے ایک آلہ استعمال کیا جاتا ہے جسے عام طور پر مقیاس الحرارت (Thermometer) کہا جاتا ہے۔ کئی مادّی اشیاء ایسی ہوتی ہیں جن کی کئی خاصیتیں درجہ حرارت کے ساتھ بہت بڑے پیمانے پر تبدیل ہوجاتی ہیں۔ انہیں عام طور پر تھرمامیٹر تیار کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر ہم جانتے ہیں کہ درجہ حرارت کے ساتھ کسی بھی رقیق (مثال کے طور پر پارہ) کے حجم (Volume) میں اضافہ ہونے لگتا ہے۔ اس خاصیت کو بنیاد بنا کر ایک عام قسم کا تھرمامیٹر تیار کیا جاتا ہے، جس میں کانچ کی ایک نہایت ہی پتلی نلی کے اندر پارے کو رکھا جاتا ہے۔ جب درجہ حرارت بڑھتا ہے تو پارہ پھیلنے لگتا ہے۔ اُس نلی میں مناسب درجات (Suitable calibrations) دیئے جاتے ہیں، جو کہ پارے کے درجہ حرارت کا اظہار کرتے ہیں۔

تھرمامیٹروں کی اِس طرح پیمانہ بندی کی جاتی ہے کہ ایک دیئے ہوئے درجہ حرارت کو عددی قدر(Numeric Value)تفویض کی جاسکے۔ کسی بھی معیاری پیمانے کی تعریف کے لئے دومعین حوالہ نقاط(Reference Points)لازمی ہوتے ہیں۔ کیونکہ عام مادّی اشیاء کے ابعاد درجہ حرارت کے ساتھ تبدیل ہوتے ہیں، پھیلاؤ کے لئے ایک مطلق حوالہ(Absolute Reference)حاصل کرناممکن نہیں ہوتا ہے۔ لیکن درکار معین نقاط، اُن طبعی مظاہر سے مربوط کیے جاسکتے ہیں، جو ہمیشہ ایک مخصوص درجہ حرارت پر ہی رونما ہوتے ہیں۔مثال کے طور پر، پانی کا برف نقطہ(Ice Point)اور بھاپ نقطہ(Steam Point)دونہایت ہی سہولت سے حاصل ہونے والے معین نقاط ہیں اور یہ طور نقطہ انجماد(Freezing Point)اور نقطہ اُبال(Boiling Point)جانے جاتے ہیں۔یہ دونوں وہ نقاط ہیں جو درحقیقت اُن درجات کوظاہر کرتے ہیں، جن پر خالص پانی، معیاری دباؤ پر، جمتا اور اُبلتا ہے۔

دومشہور و معروف درجہ حرارت کے پیمانے، فارن ہائٹ پیمانہ(Fahrenheit Scale)اور سیلسیس پیمانہ(Celsius Scale)ہیں۔ برف اور بھاپ نقاط کی، فارن ہائٹ پیمانے پر قدریں بالترتیب 32^oF اور 212^oF ہیں۔اور سیلسیس پیمانے پر یہ نقاط بالترتیب 0^oC اور 100^oC ہوتے ہیں۔فارن ہائٹ پیمانے پر دونوں حوالہ نقاط کے درمیان 180 مساوی وقفے ہیں جبکہ سیلسیس پیمانے پر 100 ہوتے ہیں۔ کسی بھی جسم کے درجہ حرارت کے لئے اِن دونوں پیمانوں کے درمیان رشتہ حاصل کرنے کے لئے ایک ترسیم(Graph)استعمال کی جاتی ہے۔ یہ ترسیم ہمیشہ ایک خطِ مستقیم ہوتی ہے، جس کی مساوات درجِ ذیل ہوتی ہے۔

$$\frac{t_F - 32}{180} = \frac{t_C}{100}$$

(۱) سیلسیس پیمانہ(Celsius Scale):۔

پانی کے نقطہ انجماد کو ابتدائی نقطہ(0^oC) اور نقطہ اُبال کو انتہائی نقطہ(100^oC)تسلیم کر کے درجہ حرارت کا ایک پیمانہ تیار کیا گیا ہے، جسے سیلسیس پیمانہ کہا جاتا ہے۔پانی کے نقطہ انجماد اور نقطہ اُبال کے درمیان 0

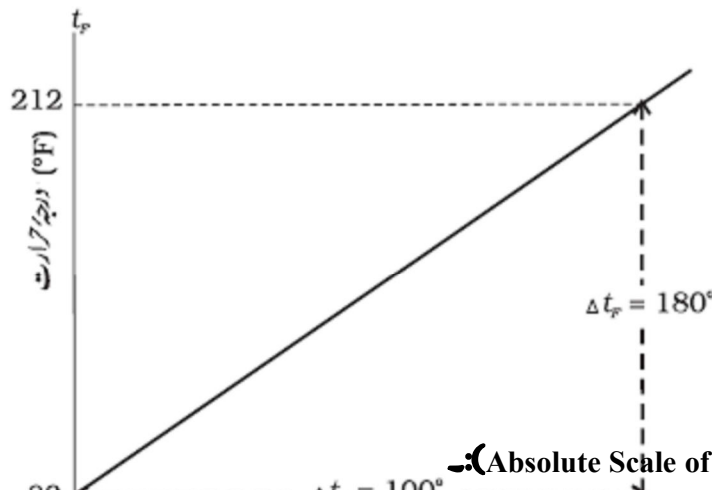
(۲)فارن ہائٹ پیمانہ(heit Scale

پانی کے نقطہ انجماد کو ابتدائی نق

پانی کے نقطہ انجماد اور نقطہ اُبال کے درمیا

فارن ہائٹ پیمانے اور سیلسیس

ہے، جسے فارن ہائٹ پیمانہ کہتے ہیں۔

t_F
212
درجہ حرارت (°F)
$\Delta t_F = 180°$
32
$\Delta t_C = 100°$
0
100
درجہ حرارت (°C)

درجہ حرارت کا مطلق پیمانہ(Absolute Scale of temperature):۔

کانچ کی ایک پتلی نلی میں رقیق مادّے(مثال کے طور پر پارے) کے تھرمامیٹر، معین نقاط کے علاوہ دوسرے درجات حرارت کے لئے الگ الگ پیمائش بتاتے ہیں کیونکہ ہر رقیق کے پھیلاؤ کی خاصیتیں الگ الگ ہوتی ہیں۔لیکن وہ تھرمامیٹر جن میں کوئی گیس استعمال کی جاتی ہے، یکساں پیمائش دیتے ہیں۔تجربات سے ظاہر ہوتا ہے کہ کثافت کی کم قدروں کے لئے تمام گیسوں کے پھیلاؤ کا برتاؤ یکساں ہوتا ہے۔ایک گیس کی دی ہوئی مقدار(کمیت) کے برتاؤ کو بیان کرنے والے متغیرات(Variables)، عام طور پر دباؤ، حجم اور درجہ حرارت(یعنی V,P,اور T)ہوتے ہیں۔

اگر کسی گیس کا درجہ حرارت مستقل رکھا جائے، تو اُس کا دباؤ ہمیشہ اُس کے حجم کے ساتھ معکوس تناسب میں ہوتا ہے۔اس بیان کو بوائل کا قانون(Boyle's Law)کہا جاتا ہے۔اس قانون کی ریاضیاتی شکل درجِ ذیل ہوتی ہے۔

$$P \propto \frac{1}{V}$$

اگر کسی گیس کا دباؤ مستقل رکھا جائے، تو اُس کا حجم ہمیشہ اُس کے درجہ حرارت کے ساتھ راست تناسب میں ہوتا ہے۔اِس بیان کو چارلس کا قانون(Charles Law)کہا جاتا ہے۔ اِس قانون کی ریاضیاتی شکل درجِ ذیل ہوتی ہے۔

$$V \propto T$$

درجِ بالا دونوں قوانین کو ایک ساتھ جمع کرنے پر،

$$\frac{PV}{T} = \text{constant}$$

$$\frac{PV}{T} = R$$

$$PV = RT$$

ایک مول گیس کے لئے درجِ بالا مساوات کو مثالی گیس مساوات(Ideal Gas Equation)کہا جاتا ہے۔یہاں موجود R ایک مستقل ہے جسے عالمی گیس مستقل(Universal Gas Constant)کہا جاتا ہے۔ S. I. نظام میں اِس کی قیمت 8.31 J/K.Mol ہوتی ہے۔

درجِ بالا مثالی گیس مساوات سے ظاہر ہوتا ہے کہ دباؤ اور حجم کا حاصل ضرب ہمیشہ درجہ حرارت کے ساتھ راست تناسب میں ہوتا ہے۔ $PV \propto T$ اِس رشتہ کی بنیاد پر ایک مستقلہ حجم گیس تھرمامیٹر میں درجہ حرارت ناپنے کے لئے گیس استعمال کی جاسکتی ہے۔ایک گیس کے حجم کو مستقل رکھتے ہوئے، یہ دیتا ہے کہ $P \propto T$ ،اِس لئے ایک مستقلہ حجم گیس تھرمامیٹر کے ذریعے درجہ حرارت، دباؤ کی شکل میں ناپا جاتا ہے۔دباؤ اور درجہ حرارت کے درمیان تیار کی گئی ترسیم(Graph)درجِ ذیل نوعیت کی ہوتی ہے۔

لیکن کم درجہ حرارت پر، حقیقی گیسوں پر کیے گئے تجربات سے حاصل ہوئی قدریں، ہمیشہ اُس قدروں سے انحراف کرتی ہیں جن کی مثالی گیس مساوات پیشن گوئی کرتی ہے۔

لیکن یہ ... پہنچ سکتا

ہے ... ں دکھلایا

گیا ہے ... پر مطلق

پیمانہ (e...

Minir...

Practi... ...rature

... basis

نوٹ: ... ت کے

تینوں پ...

	Absolute Scale	Celsius Scale	Fahrenheit Scale
Steam Point	373.15 K	100 °C	212 °F
Ice Point	273.15 K	0 °C	32 °F
Absolute Zero	0.00 K	-273.15 °C	-459.69 °F

حرارت کے اثرات:۔ (Effects of Heat)

ٹھوس کا پھیلاؤ (Expansion of Solid):۔ جب کسی مادّی جسم کو حرارتی توانائی دی جاتی ہے تو اس کا درجہ حرارت بڑھنے لگتا ہے۔ درجہ حرارت بڑھنے کے ساتھ ساتھ اس جسم کے ابعاد میں تبدیلی پیدا ہونے لگتی ہے۔ عام طور پر دیکھا گیا ہے کہ جب کسی جسم کو گرم کیا جاتا ہے۔ تو اس میں موجود سالمات کی توانائی بڑھ جاتی ہے اور ان کی ارتعاشی حرکت کے بڑھنے کی وجہ سے سالمات ایک دوسرے دور چلے جاتے ہیں۔ اس طرح سے اس جسم میں پھیلاؤ نظر آتا ہے۔

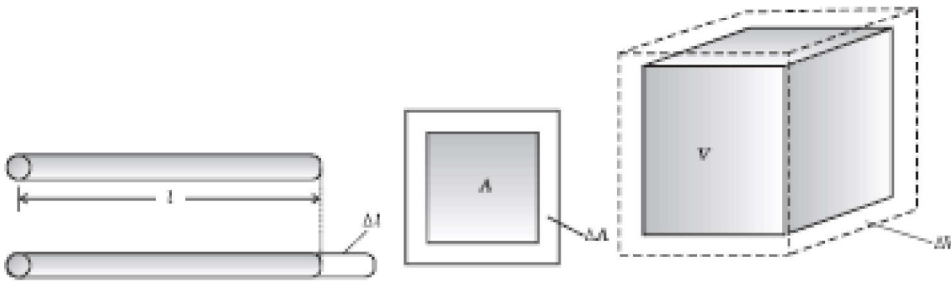
''حرارتی توانائی دینے پر مادّی جسم میں پیدا ہونے والے پھیلاؤ کو حرارتی پھیلاؤ کہا جاتا ہے۔''

اگر ٹھوس جسم بناوٹ کے اعتبار سے Homogeneous اور Isotropic ہو تو اس جسم کا پھیلاؤ ہر سمت سے یکساں ہوتا ہے۔ سہولت کے اعتبار سے ٹھوس کے پھیلاؤ کی تین قسمیں ہوتی ہیں۔

۱) **خطی پھیلاؤ (Linear Expansion):۔** اگر کوئی ٹھوس جسم، لمبائی میں زیادہ ہو (مثلاً دھاتی تار یا دھاتی سلاخ) تو اسے گرم کرنے پر اس کی لمبائی میں اضافہ پیدا ہو جاتا ہے۔ ٹھوس جسم کے اس پھیلاؤ کو خطی پھیلاؤ کہا جاتا ہے۔

۲) **رقبہ پھیلاؤ یا سطحی پھیلاؤ (Surface Expansion):۔** اگر کوئی جسم مخصوص سطحی رقبہ رکھتا ہو (مثلاً دھاتی چادر) تو اسے گرم کرنے پر اس کے سطحی رقبہ میں اضافہ ہو جاتا ہے۔ ٹھوس جسم کے اس پھیلاؤ کو سطحی پھیلاؤ کہا جاتا ہے۔

۳) **حجمی پھیلاؤ (Volume Expansion):۔** اگر کوئی ٹھوس جسم مخصوص حجم رکھتا ہو (مثلاً دھاتی کرّہ وغیرہ) تو اسے گرم کرنے پر اس کے حجم میں اضافہ پیدا ہو جاتا ہے۔ ٹھوس جسم کے اس پھیلاؤ کو حجمی پھیلاؤ کہا جاتا ہے۔

ٹھوس اشیاء میں دکھائی دینے والے یہ تینوں قسم کے حرارتی پھیلاؤ درج ذیل خاکہ میں دکھائے گئے ہیں۔

خطی پھیلاؤ (a)　رقبہ پھیلاؤ (b)　حجم پھیلاؤ (c)

خطی پھیلاؤ(Linear Expansion):۔ اگر ٹھوس جسم لمبائی کے اعتبار سے حرارتی پھیلاؤ دکھاتا ہوتو اس پھیلاؤ کو خطی پھیلاؤ کہا جاتا ہے۔

خطی پھیلاؤ کا ضریب(Coefficient of Linear Expansion):۔ طویل سلاخ نما ٹھوس جسم کے لئے درجہ حرارت میں اکائی اضافہ پر لمبائی میں اضافہ اور ابتدائی لمبائی کے تناسب کو خطی پھیلاؤ کا ضریب کہا جاتا ہے۔ اسے عام طور پر α سے ظاہر کرتے ہیں۔

فرض کیجیئے کہ 0^0C درجہ حرارت پر ایک دھاتی سلاخ کی اصلی لمبائی l_0 ہے۔ اور t^0C درجہ حرارت پر اس کی لمبائی l ہوجاتی ہے۔

لمبائی میں اضافہ = $l - l_0$

درجہ حرارت میں اضافہ = t^0C

دھاتی سلاخ کے لیئے خطی پھیلاؤ کا ضریب درج ذیل ہوتا ہے۔

$$l_t - l_0 \propto l_0.t$$

$$l_t - l_0 = \alpha.l_0.t$$

$$l_t = l_0(1+\alpha.t)$$

یہاں α ایک مستقل ہے جسے خطی پھیلاؤ کا ضریب کہا جاتا ہے۔درجِ بالا مساوات کو ترتیب دینے پر،

$$\alpha = \frac{l_t - l_0}{l_0 t}$$

اگر درجہ حرارت کی قدر $1\ ^0C$ ہو ابتدائی لمبائی بھی اکائی قدر والی ہوتو، خطی پھیلاؤ کے ضریب کی عددی قیمت (Numerical Value) درجِ ذیل ہوتی ہے۔

$$\alpha = l_t - l_o$$

خطی پھیلاؤ کے ضریب کی S. I. نظام میں اکائی per degree Celsius یا per degree Kelvin ہوتی ہے۔

کچھ مخصوص عناصر کے لئے خطی پھیلاؤ کے ضریب کی قیمتیں درجِ ذیل ہیں۔

نمبر شمار	مادّی اشیاء یا عناصر		α کی قیمت (per ^0C)
۱	المونیم	Aluminum	2.45×10^{-5}
۲	پیتل	Brass	1.96×10^{-5}
۳	سونا	Gold	1.40×10^{-5}
۴	نکل	Nickel	1.30×10^{-5}
۵	لوہا	Iron	1.19×10^{-5}
۶	پلاٹینم	Platinum	0.90×10^{-5}

درج بالا جدول سے ظاہر ہوتا ہے کہ کسی بھی ٹھوس جسم میں پیدا ہونے والے خطی پھیلاؤ کا ضریب ہمیشہ بہت ہی چھوٹا ہوتا ہے، اِسی لئے یہ لازمی ہوجاتا ہے کہ ابتدائی درجہ حرارت کی قدر 0^0C تسلیم کرنا لازمی نہیں ہوتا ہے۔تجربہ گاہ میں خطی پھیلاؤ کی قیمت معلوم کرنے کیلیئے درج ذیل طریقہ استعمال کیا جاتا ہے۔

فرض کیجیئے کہ ابتدائی درجہ حرارت $t_1{}^oC$ پر، ایک دھاتی سلاخ کی لمبائی l_1 ہے اور انتہائی درجہ حرارت $t_2{}^oC$ پر اُس کی لمبائی l_2 ہوجاتی ہے۔ابتدائی حالت کیلیئے سلاخ کی لمبائی درجِ ذیل ہوگی۔

$$l_1 = l_o(1+\alpha.t_1)$$

انتہائی حالت میں اُسی سلاخ کی لمبائی درجِ ذیل ہوگی۔

$$l_2 = l_o(1+\alpha.t_2)$$

دونوں مساواتوں کی تقسیم کرنے پر،

$$\frac{l_2}{l_1} = \frac{l_o(1+\alpha.t_2)}{l_o(1+\alpha.t_1)}$$

$$\frac{l_2}{l_1} = \frac{1+\alpha.t_2}{1+\alpha.t_1}$$

اِس مساوات کو حل کرنے پر،

$$\alpha = \frac{l_2 - l_1}{l_1(t_2 - t_1)}$$

یہ ضابطہ عملی طور تجربہ گاہ میں کسی بھی دھاتی سلاخ کے لئے خطی پھیلاؤ کے ضریب کو ظاہر کرتا ہے۔

سطحی یا رقباتی پھیلاؤ (Superficial Expansion / Areal Expansion):۔

اگر کوئی ٹھوس جسم سطحی رقبہ کے اعتبار سے حرارتی پھیلاؤ دکھاتا ہو تو اس پھیلاؤ کو سطحی پھیلاؤ کہا جاتا ہے۔

سطحی پھیلاؤ کا ضریب (Coefficient of Superficial Expansion):۔

مستوی نما ٹھوس جسم کے لیئے درجہ حرارت میں اکائی اضافہ کے لیئے سطحی رقبہ میں اضافہ اور ابتدائی سطحی رقبہ کا تناسب کو سطحی پھیلاؤ کا ضریب کہا جاتا ہے۔

اسے عام طور پر b سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

فرض کیجیئے کہ ایک مستوی نما ٹھوس جسم کا 0^0C درجہ حرارت پر سطحی رقبہ A_0 ہے۔ اور t^0C درجہ حرارت پر سطحی رقبہ A ہے۔

سطحی رقبہ میں اضافہ $= A - A_0$

درجہ حرارت میں اضافہ $= t^0c$

ٹھوس جسم کا سطحی پھیلاؤ کا ضریب درج ذیل ہوتا ہے۔

$$\beta = \frac{\text{سطحی رقبہ میں اضافہ}}{0^0C \text{ پر سطحی رقبہ} \times \text{درجہ حرارت میں اضافہ}}$$

$$\beta = \frac{A - A_0}{A_0 \times t}$$

$$\therefore \quad A = A_0(1 + \beta.t)$$

اگر $t_1{}^0c$ درجہ حرارت پر سطحی رقبہ A_1 ہو اور $t_2{}^0c$ درجہ حرارت پر سطحی رقبہ A_2 ہو جاتا ہو تو سطحی پھیلاؤ کا ضریب درج ذیل ہوتا ہے۔

$$\beta = \frac{A_2 - A_1}{A_1(t_2 - t_1)}$$

$$\therefore \quad A_2 = A_1[1 + \beta(t_2 - t_1)]$$

حجمی پھیلاؤ (Volume Expansion):۔

اگر کوئی ٹھوس جسم حجم کے اعتبار سے حرارتی پھیلاؤ دکھاتا ہو تو اس پھیلاؤ کو حجمی پھیلاؤ کہا جاتا ہے۔

حجمی پھیلاؤ کا ضریب (Coefficient of Volume Expansion):۔

کسی بھی ٹھوس جسم کے لیئے درجہ حرارت میں اکائی اضافہ کے لیئے حجم میں اضافہ اور ابتدائی حجم کا تناسب کو حجمی پھیلاؤ کا ضریب کہا جاتا ہے۔

اسے عام طور پر γ سے ظاہر کرتے ہیں۔

فرض کیجیئے کہ ایک ٹھوس جسم کا 0^0C درجہ حرارت پر ابتدائی حجم V_0 ہے اور t^0C درجہ حرارت پر حجم V ہو جاتا ہے۔

حجم میں اضافہ $= V - V_0$

درجہ حرارت میں اضافہ $= t^0c$

ٹھوس جسم کا حجمی پھیلاؤ کا ضریب درج ذیل ہوتا ہے۔

$$\gamma = \frac{\text{حجم میں ہونے والا اضافہ}}{0^0C \text{ پر حجم} \times \text{درجہ حرارت میں اضافہ}}$$

اگر $t_1{}^0c$ درجہ حرارت پر حجم V_1 ہو اور $t_2{}^0c$ درجہ حرارت پر حجم V_2 ہو جاتا ہو تو پھیلاؤ کا ضریب درج ذیل ہوتا ہے۔

$$\gamma = \frac{V_2 - V_1}{V_1(t_2 - t_1)}$$

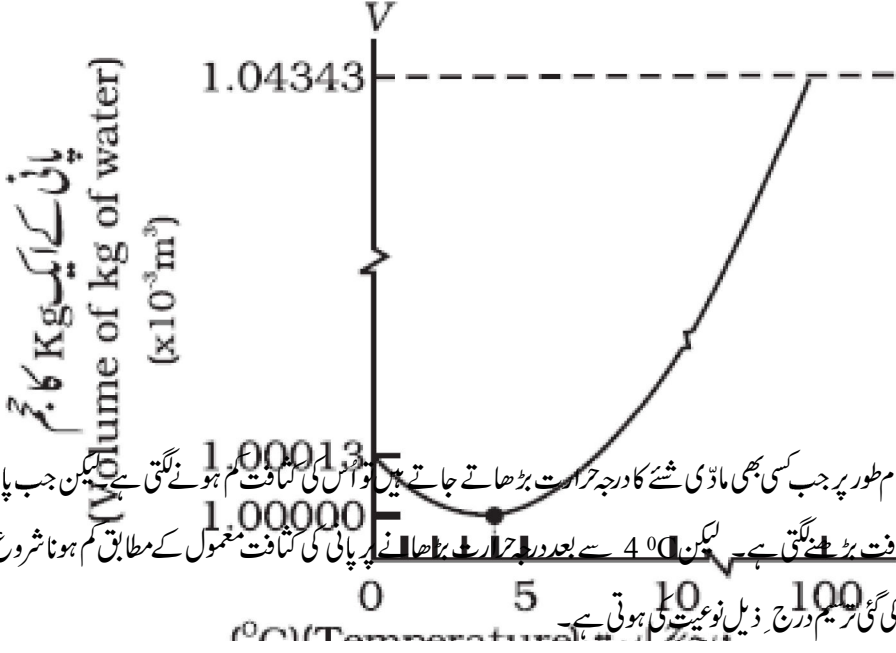
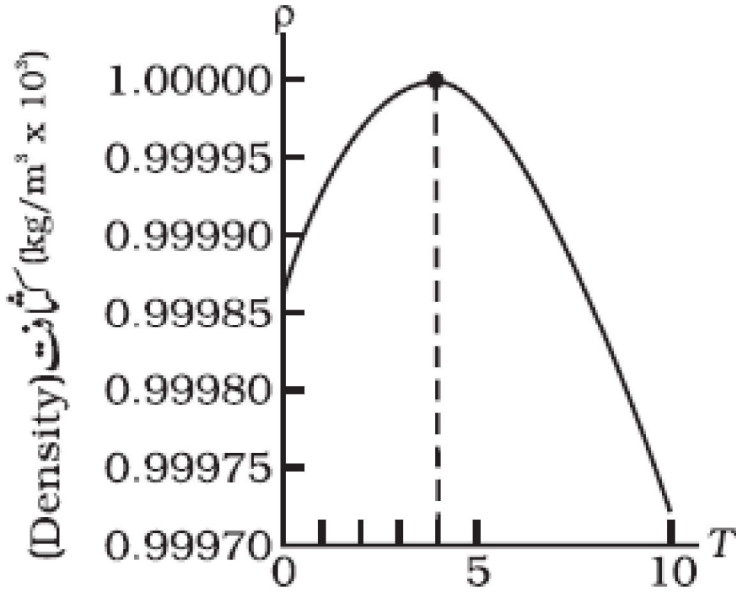
$$\therefore \quad V_2 = V_1[1 + \gamma(t_2 - t_1)]$$

کچھ مخصوص مادّی اشیاء کے لئے حجمی پھیلاؤ کے ضریب کی قدریں درج ذیل جدول میں دکھائی گئی ہیں۔

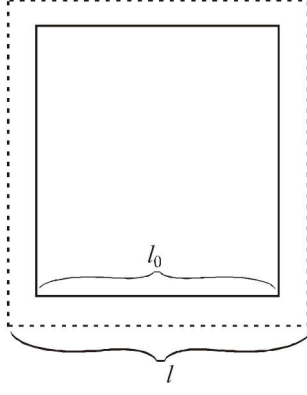
نمبر شمار	مادّی اشیاء		α کی قیمت (per ^0C)
۱	المونیم	Aluminum	7×10^{-5}
۲	پیتل	Brass	6×10^{-5}
۳	لوہا	Iron	3.55×10^{-5}

۴	پانی	Water	20.7×10^{-5}
۵	پارہ	Mercury	18.2×10^{-5}
۶	الکحل	Alcohol	108×10^{-5}

پانی کا حرارتی پھیلاؤ (Thermal expansion of Water):-

پانی کا نقطہ انج ... (Anamolous) دکھاتا
ہے۔عام طور پر جب کسی ... نک بڑھاتے ہیں تو پانی کا
حجم کم ہونے لگتا ہے۔ لیکن ... یان تیار کی گئی ترسیم درج ِ
ذیل نوعیت کی ہوتی ہے۔

بالکل اِسی طرح سے، عام طور پر جب کسی بھی مادّی شئے کا درجہ حرارت بڑھاتے جاتے ہیں تو اُس کی کثافت کم ہونے لگتی ہے۔ لیکن جب پانی کا درجہ حرارت 0^0C سے 4 ^0C تک بڑھاتے ہیں تو پانی کی کثافت بڑھنے لگتی ہے۔ لیکن $4\ ^0C$ سے بعد درجہ حرارت بڑھانے پر پانی کی کثافت معمول کے مطابق کم ہونا شروع ہو جاتی ہے۔ پانی کے لئے درجہ حرارت اور کثافت کے درمیان تیار کی گئی ترسیم درج ِ ذیل نوعیت کی ہوتی ہے۔

درج ِ بالا دونوں ترسیمات سے پانی کے خلاف ِ معمول برتاؤ (Anamolous behaviour of Water) کا اِظہار ہوتا ہے۔ یہ ایک فطری مظہر ہے جو کہ آبی جانداروں کی زندگی اور اُن کی بقاء کے لئے لازمی ہوتا ہے۔ اگر پانی میں یہ برتاؤ نہیں پایا جاتا تو سردیوں کے موسم میں جھیلوں اور تالابوں کا پانی تہہ سے لیکر اُوپری سطح تک ایک ساتھ برف بن جاتا تھا۔ اِس حالت میں تمام آبی جاندار سردیوں کے موسم میں مکمل طور پر ختم ہی ہو جاتے۔ لیکن پانی میں خلاف ِ توقع برتاؤ پایا جاتا ہے، جس کی وجہ سے جھیلوں اور تالابوں کا پانی اُوپری سطح پر پہلے منجمد ہو جاتا ہے اور اُوپری سطح پر ہی تیرتا رہتا ہے۔ اُوپری سطح پر پائی جانے والی برف کی یہ تہہ، ایک غلاف کا کام کرتی ہے اور نچلے حصے میں پائے جانے والے پانی کی حرارتی توانائی کو باہری ماحول میں جانے نہیں دیتی۔ اِس لئے نچلے علاقے میں پانی کا انجماد ممکن نہیں ہو پاتا اور وہاں پائے جانے والے تمام آبی جاندار زندہ رہ پاتے ہیں۔

نوٹ:۔ درج ِ بالا مثال سے صاف ظاہر ہو جاتا ہے کہ اللہ تعالیٰ نے تمام جانداروں کو صرف پیدا ہی نہیں کیا بلکہ اُن کی زندگی کی بقاء کا مکمل طور پر انتظام بھی کیا ہے۔

دونوں ضریبوں α اور β کا تعلق:۔

فرض کیجئے کہ ایک پتلی منظّم پلیٹ کی 0^0C درجہ حرارت پر ابتدائی لمبائی l_0 ہے۔ اگر یہ پلیٹ مربّع نما ہو تو اس پلیٹ کا ابتدائی رقبہ درج ذیل ہوگا۔

$$A_0 = l_0^2$$

جب اس پلیٹ کو t^0C درجہ حرارت تک گرم کرتے ہیں تو اس کی لمبائی l ہو جاتی ہے۔ اس حالت میں اس دھاتی پلیٹ کا رقبہ درج ذیل ہو جاتا ہے۔

$$A = l^2$$

اگر خطی پھیلاؤ کا ضریب a ہو تو۔

$$l = l_0 (1 + a.\ t) \text{ -------- } (1)$$

اگر خطی پھیلاؤ کا ضریب b ہو تو۔

$$A = A_0 (1 + b.\ t) \text{ -------- } (2)$$

درج بالا مساوات (2) میں رقبہ کی قیمتیں رکھنے پر

$$l^2 = l_0^2 (1 + b.\ t)$$

$$[l_0 .\ (1 + a.\ t)]^2 = l_0^2 (1 + b.\ t) \qquad Z\ (1)$$

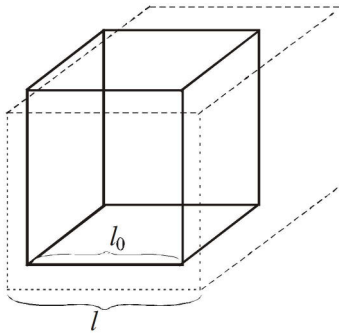
$$\therefore \quad l_0^2 \cdot (1+\alpha\cdot t)^2 = l_0^2(1+\beta\cdot t)$$
$$1 + 2\alpha\cdot t + \alpha^2\cdot t^2 = 1 + \beta\cdot t$$

اگر a کی قیمت بہت چھوٹی ہو تو a2 کو نظر انداز کیا جا سکتا ہے۔

$$\therefore \; 1 + 2\alpha\cdot t = 1 + \beta\cdot t$$
$$\therefore \; \beta = 2\alpha \quad \text{or} \quad \alpha = \frac{\beta}{2}$$

یہ ضابطہ خطی پھیلاؤ کے ضریب اور سطحی پھیلاؤ کے ضریب کے درمیان تعلق ظاہر کرتا ہے۔ اس ضابطہ سے ثابت ہو جاتا ہے کہ خطی پھیلاؤ کا ضریب ہمیشہ سطحی پھیلاؤ کے ضریب کا نصف ہوتا ہے۔

سوال نمبر(10):۔ خطی پھیلاؤ کے ضریب (α) اور حجمی پھیلاؤ کے ضریب (γ) کے درمیان تعلق اخذ کیجئے۔

جواب:۔ α اور γ کا تعلق:۔

فرض کیجئے کہ ایک مکعب نما ٹھوس جسم کے ہر ضلع کی O^0c درجہ حرارت پر ابتدائی لمبائی l_0 ہے۔ اس جسم کا ابتدائی حجم درج ذیل ہوگا۔

$$V_0 = l_0^3$$

جب اس جسم کو t^0c درجہ حرارت تک گرم کرتے ہیں تو اس کے ہر ضلع کی لمبائی l ہو جاتی ہے۔ اس حالت میں جسم کا حجم درج ذیل ہو جاتا ہے۔

$$V = l_0^3$$

اگر خطی پھیلاؤ کا ضریب a ہو تو۔

$$l = l_0 (1 + a.\ t) \text{ -------- } (1)$$

اگر حجمی پھیلاؤ کا ضریب g ہو تو۔

$$V = V_0 (1 + g.\ t) \text{ -------- } (2)$$

درج بالا مساوات (2) میں حجم کی قیمتیں رکھنے پر

$$l^3 = l_0^3 (1 + g.\ t)$$

$$[l_0 \cdot (1+ a. t)]^3 = l_0^3 (1+ g. t) \qquad Z\ (1)$$

$$l_0^3 \cdot (1+ a. t)^3 = l_0^3 (1+ g. t)$$

$$(1+ a. t)^3 = (1+ g. t)$$

$$\therefore\ 1+3\alpha\cdot t+3\alpha^3\cdot t^3+\alpha^3\cdot t^3=1+\gamma\cdot t$$

اگر a کی قیمت بہت چھوٹی ہوتو a^2 اور a^3 کی قیمتوں کو نظر انداز کیا جاسکتا ہے۔

$$\therefore\ 1+3\alpha\cdot t=1+\gamma\cdot t$$

$$3\alpha=\gamma \quad \text{or} \quad \alpha=\frac{\gamma}{3}$$

یہ ضابطہ خطی پھیلاؤ کے ضریب اور حجمی پھیلاؤ کے ضریب کے درمیان تعلق ظاہر کرتا ہے۔اس ضابطہ سے ثابت ہوجاتا ہے کہ خطی پھیلاؤ کا ضریب ہمیشہ حجمی پھیلاؤ کے ضریب کا ایک تہائی ہوتا ہے۔

خطی پھیلاؤ کے ضریب (α) ، سطحی پھیلاؤ کے ضریب (β) اور حجمی پھیلاؤ کے ضریب (γ) کے درمیان تعلق:۔

اگر کسی مستوی نما ٹھوس جسم کے لیئے خطی پھیلاؤ کا ضریب 'α'' اور سطحی پھیلاؤ کا ضریب ''β'' ہوتو ان کے درمیان درج ذیل تعلق ہوتا ہے۔

$$\beta=2\alpha$$

$$\therefore\ \alpha=\frac{\beta}{2}\text{-------}\ (1)$$

اسی طرح سے اگر کسی مکعب نما ٹھوس جسم کے لئے خطی پھیلاؤ کا ضرب "a" ہو اور حجمی پھیلاؤ کا ضرب "g" ہو تو ان کے درمیان درج ذیل تعلق ہوتا ہے۔

$$\gamma=3\alpha$$

$$\therefore\ \alpha=\frac{\gamma}{3}\text{-------}\ (2)$$

مساوات (۱) اور (۲) کے موازنہ سے ظاہر ہوتا ہے کہ

$$\alpha=\frac{\beta}{2}=\frac{\gamma}{3}$$

$$\alpha:\beta:\gamma=1:\frac{1}{2}:\frac{1}{3}$$

ثابت ہوتا ہے کہ ٹھوس جسم کے لیئے خطی پھیلاؤ کا ضریب سطحی پھیلاؤ کا ضریب اور حجمی پھیلاؤ کا ضریب آپس میں 3 : 2 : 1 تناسب میں پائے جاتے ہیں۔

مائع کا پھیلاؤ (Expansion of Liquid):۔

جب کسی برتن میں کوئی مائع کو لیکر حرارتی توانائی دی جاتی ہے تب مائع کے حجم میں اضافہ ہونے لگتا ہے۔مائع کے حجم میں ہونے والا یہ اضافہ حرارتی توانائی کی وجہ سے ہوتا ہے۔اسی لیئے اس اضافہ کو مائع کا حرارتی پھیلاؤ کہا جاتا ہے۔

اگر گرم کرنے پر مائع کے ساتھ ساتھ برتن بھی حرارتی پھیلاؤ دکھاتا ہو تو برتن میں مائع کی سطح پہلے جیسی ہی دکھائی دیتی ہے۔لیکن اگر گرم کرنے پر صرف مائع پھیلتا ہو مگر برتن میں حرارتی پھیلاؤ دکھائی نہ دیتا ہو تو ایسی حالت میں برتن مائع کی سطح اوپر بڑھی ہوئی حاصل ہوتی ہے۔

اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ مائع کا حرارتی پھیلاؤ درحقیقت برتن کے پھیلاؤ کے اضافی تناسب (Relative proportion) میں ہوتا ہے۔اسی لیئے مائع میں دو قسم کے حرارتی پھیلاؤ دکھائی دیتے ہیں۔

۱) مائع کا حقیقی حرارتی پھیلاؤ (Real Expansion)

۲) مائع کا ظاہری حرارتی پھیلاؤ (Apparent Expansion)

ان دونوں قسموں کی تفصیلات درج ذیل ہیں۔

۱) مائع کا حقیقی حرارتی پھیلاؤ (Real Thermal Expansion):۔ مائع کے حجم میں ہونے والے حقیقی اضافہ اور 0^0c درجہ حرارت پر ابتدائی حجم کا تناسب حقیقی پھیلاؤ کا ضریب کہلاتا ہے، اگر درجہ حرارت میں اکائی اضافہ ہوتا ہو۔

اسے عام طور پر g_r سے ظاہر کرتے ہیں۔

۲) مائع کا ظاہری حرارتی پھیلاؤ (Apparent Thermal Expansion):۔ مائع کے حجم میں ہونے والے ظاہری اضافہ اور 0^0c درجہ حرارت پر ابتدائی حجم کا تناسب مائع کا ظاہری پھیلاؤ کا ضریب کہلاتا ہے اگر درجہ حرارت میں اکائی اضافہ ہوتا ہو۔

اسے عام طور پر g_a سے ظاہر کرتے ہیں۔

مائع کے حقیقی پھیلاؤ کے ضریب اور ظاہری پھیلاؤ کے ضریب کے درمیان تعلق:۔

فرض کیجیئے کہ کانچ کے ایک برتن میں ایک مائع لیا گیا۔0^0c درجہ حرارت پر مائع کا ابتدائی حجم V_0 ہے۔جب برتن کو گرم کیا گیا تو مائع کا درجہ حرارت t^0c تک بڑھ گیا۔اگر مائع کے حرارتی پھیلاؤ کا حقیقی ضریب g_r ہو تو مائع کا ثانوی حجم درج ذیل ہوگا۔

$V_1 = V_0(1 + \gamma_r \cdot t)$ -------- (1)

اگر t^0C درجہ حرارت تک گرم کرنے پر کانچ کے برتن میں بھی حجم کا پھیلاؤ دکھائی دیتا ہے۔فرض کیجیئے کہ کانچ کے برتن کے مادّے کے لئے حجمی پھلاؤ کا ضریب g_g ہے۔

g_g ہے ایسی حالت میں کانچ کے پھیلاؤ کے لیئے ثانوی حجم درج ذیل ہوگا۔

$V_2 = V_0(1 + g_g \cdot t)$ -------- (2)

مائع میں ہونے والا ظاہری پھیلاؤ $= V_0 \cdot g_r \cdot t - V_0\, g_g \cdot t$

$$\frac{\text{مائع میں ہونے والا ظاہری پھیلاؤ}}{V_0 \cdot t} = g_r - g_g \quad \text{-------(3)}$$

درج بالا مساوات (3) میں بائیں جانب موجود مقدار مائع کے ظاہری پھیلاؤ کے ضریب g_a کو ظاہر کرتی ہے۔

یعنی

$g_a = g_r - g_g$

یہ ضابطہ مائع کے ظاہری پھیلاؤ کے ضریب، حقیقی پھیلاؤ کے ضریب اور کانچ کے مادّے کے پھیلاؤ کے ضریب کے درمیان تعلق ظاہر کرتا ہے۔

نوعی حرارت کی گنجائش (Specific Heat Capacity)

حرارتی توانائی کی وہ مقدار، جس کے ذریعئے ، اکائی کمیت والی کسی بھی شئے کے درجہ حرارت میں 1^0C (یا 1 K) کا اضافہ کیا جاسکتا ہے، اُسے اُس شئے کے لئے نوعی حرارت کی گنجائش کہتے ہیں۔ اِسے عام طور پر C علامت سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

فرض کیجیئے کہ کسی جسم کی کمیت M ہے۔اِس جسم کو ΔQ حرارت دی گئی، جس کی وجہ سے اُس کے درجہ حرارت میں ΔT کا اِضافہ ہوا۔ ایسی حالت میں نوعی حرارت کی گنجائش درج ِذیل ہوتی ہے۔

$$C = \frac{\Delta Q}{M \times \Delta T}$$

اگر کسی شئے کی کمیت اکائی ہو(یعنی $M = 1kg$)اور اُس کے درجہ حرارت کا اضافہ بھی اکائی ہو(یعنی $\Delta T = 1^oC$) تب اُس شئے کی حرارت ِ نوعی کی گنجائش درج ِ ذیل ہوگی۔

$$C = \Delta Q$$

S. I. نظام میں حرارت نوعی کی گنجائش کی اکائی $J/kg.^oK$ ہوتی ہے۔اور اُس کا ابعاد درج ِ ذیل ہوتا ہے۔

حرارت نوعی کی گنجائش کا ابعاد $= [L^2, M^0, T^{-2}, K^{-1}]$

لیکن کسی بھی گیس کے لئے، حرارت نوعی کی گنجائش کی تعریف بیان کرنے کے لئے کچھ مزید شرائط چاہیئے ہوتی ہیں۔گیسوں میں یہ حرارت کی منتقلی دباؤ یا حجم میں سے کسی ایک کو مستقل رکھ کر حاصل کی جاسکتی ہے۔اگر حرارت کی منتقلی کے دوران گیسوں کو مستقل دباؤ پر رکھا جائے تب یہ مستقل دباؤ پر حرارت نوعی کہلاتی ہے۔اور اگر حرارت کی منتقلی کے دوران گیسوں کو مستقل حجم پر رکھا جائے تب یہ مستقل حجم پر حرارت نوعی کہلاتی ہے۔اِسی طرح سے اگر گیس کی مقدار ایک مول ہو تب حرارت نوعی کی گنجائش کو سالمی حرارت نوعی کہا جاتا ہے اور اگر کسی گیس کی مقدار ایک کلوگرام ہو تب حرارت نوعی کی گنجائش کو صدری حرارت نوعی کہا جاتا ہے۔

(1) مستقل دباؤ پر سالمی حرارت نوعی (Molar Specific Heat at constant Pressure):۔

مستقل دباؤ پر، حرارتی توانائی کی وہ مقدار، جس کے ذریعئے ، ایک mole مقدار والی کسی بھی گیس کے درجہ حرارت میں 1^0C (یا 1 K) کا اضافہ کیا جاسکتا ہے، اُسے اُس گیس کے لئے مستقل دباؤ پر سالمی نوعی حرارت کی گنجائش کہتے ہیں۔ اِسے عام طور پر C_P علامت سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

S. I. نظام میں، اِس کی اکائی $J/kmol.^oK$ ہوتی ہے۔

(2) مستقل دباؤ پر صدری حرارت نوعی (Principal Specific Heat at constant Pressure):۔

مستقل دباؤ پر، حرارتی توانائی کی وہ مقدار، جس کے ذریعئے ، ایک kilogram مقدار والی کسی بھی گیس کے درجہ حرارت میں 1^0C (یا 1 K) کا اضافہ کیا جاسکتا ہے، اُسے اُس گیس کے لئے مستقل دباؤ پر صدری نوعی حرارت کی گنجائش کہتے ہیں۔ اِسے عام طور پر c_P علامت سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

S. I. نظام میں، اِس کی اکائی $J/kg.^oK$ ہوتی ہے۔

مستقل دباؤ پر سالمی حرارت نوعی اور صدری حرارت نوعی کے درمیان درج ِ ذیل تعلق ہوتا ہے۔

سالمی حرارت نوعی کی گنجائش = سالمی وزن × صدری حرارت نوعی کی گنجائش

$$C_P = M \times c_P$$

(3) مستقل حجم پر سالمی حرارت نوعی (Molar Specific Heat at constant Volume):۔

مستقل حجم پر، حرارتی توانائی کی وہ مقدار، جس کے ذریعئے، ایک mole مقدار والی کسی بھی گیس کے درجہ حرارت میں 1^0C (یا 1 K) کا اضافہ کیا جاسکتا ہے، اُسے اُس گیس کے لئے مستقل حجم پر سالمی نوعی حرارت کی گنجائش کہتے ہیں۔ اِسے عام طور پر C_V علامت سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

S. I. نظام میں، اِس کی اکائی $J/kmol.^oK$ ہوتی ہے۔

(4) مستقل حجم پر صدری حرارت نوعی (Principal Specific Heat at constant Volume):۔

مستقل حجم پر، حرارتی توانائی کی وہ مقدار، جس کے ذریعئے، ایک kilogram مقدار والی کسی بھی گیس کے درجہ حرارت میں 1^0C (یا 1 K) کا اضافہ کیا جاسکتا ہے، اُسے اُس گیس کے لئے مستقل حجم پر صدری نوعی حرارت کی گنجائش کہتے ہیں۔ اِسے عام طور پر c_V علامت سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

S. I. نظام میں، اِس کی اکائی $J/kg.^oK$ ہوتی ہے۔

مستقل دباؤ پر سالمی حرارت نوعی اور صدری حرارت نوعی کے درمیان درج ذیل تعلق ہوتا ہے۔

صدری حرارت نوعی کی گنجائش × سالمی وزن = سالمی حرارت نوعی کی گنجائش

$$C_V = M \times c_V$$

نوٹ:۔ Note

(1) کمرہ درجہ حرارت (Room Temperature) پر اور معیاری فضائی دباؤ پر کچھ مخصوص اشیاء کی نوعی حرارت کی گنجائش درج ذیل جدول میں دکھائی گئی ہیں۔

نمبر شمار	شئے کا نام	نوعی حرارت کی گنجائش (J / Kg. K)	نمبر شمار	شئے کا نام	نوعی حرارت کی گنجائش (J / Kg. K)
۱	المونیم	900.0	۷	پانی	4186.0
۲	کاربن	506.5	۸	برف	2060.0
۳	تانبہ	386.4	۹	لوہا	840.0
۴	سیسہ	127.7	۱۰	مٹی کا تیل	2118.0
۵	چاندی	236.1	۱۱	کھانے کا تیل	1965.0
۶	ٹنگسٹن	134.4	۱۲	پارہ	140.0

(2) کچھ مخصوص گیسوں کی سالمی حرارت نوعی کی گنجائش درج ذیل جدول میں دکھائی گئی ہے۔

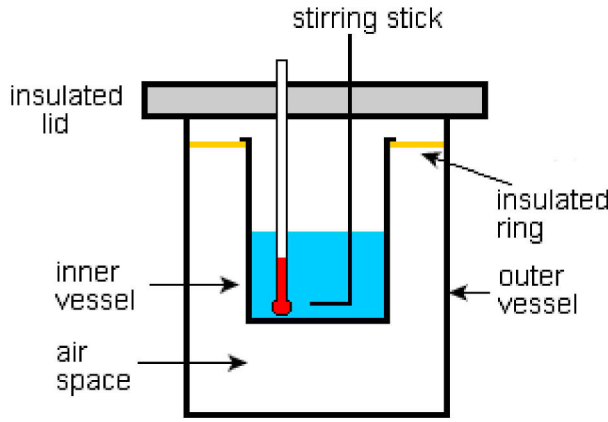
نمبر شمار	گیس کا نام	C_P (J / mol. K)	C_V (J / mol. K)
1	He ہیلیم	20.8	12.5
2	H_2 ہائیڈروجن	28.8	20.4
3	N_2 نائٹروجن	29.1	20.8
4	O_2 آکسیجن	29.4	21.1
5	CO_2 کاربن ڈائی آکسائیڈ	37.0	28.5

حرارہ پیمائی (Calorimetry):۔

ایک نظام کو اُس وقت مجرد نظام (Isolated System) کہا جاتا ہے جب اُس نظام اور اُس کے اطراف کے ماحول کے درمیان درجہ حرارت کا کوئی تبادلہ یا منتقلی نہیں ہو رہی ہو۔ جب ایک مجرد نظام کے مختلف حصے مختلف درجہ حرارت پر ہوں، تو حرارت کی ایک مقدار اُس حصہ سے جو مقابلتاً زیادہ درجہ حرارت پر ہے کم درجہ حرارت والے حصے میں منتقل ہوتی ہے۔ زیادہ درجہ حرارت والے حصے کے ذریعے خارج کی گئی حرارت، کم درجہ حرارت والے حصے کے ذریعے وصول کی گئی حرارت کے مساوی ہوتی ہے۔

حرارہ پیمائی (Calorimetry) کا مطلب ہے، حرارت کی پیمائش۔ جب ایک جسم، جس کا درجہ حرارت زیادہ ہے، ایک کم درجہ حرارت والے جسم سے لمس میں لایا جاتا

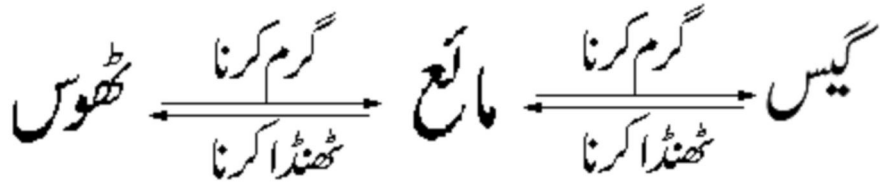
ہے تو گرم جسم کے ذریعے کھوئی گئی حرارت (یعنی Heat Lost)، مقابلتاً ٹھنڈے جسم کے ذریعے حاصل کی گئی حرارت (یعنی Heat Gained) کے مساوی ہوتی ہے۔ وہ آلہ جس میں حرارت کی پیمائش کی جاسکتی ہے، حرارہ پیما (Calorimeter) کہلاتا ہے۔

حرارہ پیما (Calorimeter) ایک دھات کے برتن، جیسے تانبہ یا المونیم کے برتن اور اُسی دھات کی ہلانی (Stirrer) پر مشتمل ہوتا ہے۔ برتن کو لکڑی کے غلاف (Jacket) کے اندر رکھا جاتا ہے، جس میں ... کھے ہوتے ہیں۔ باہری غلاف، حرارت ڈھال (Shield) کی طرح کام کرتا ہے اور اندرونی ... جس سے کیلوری میٹر میں تھرمامیٹر داخل کیا جاسکتا ہے۔ حرارہ پیما (کیلوری میٹر) کانمزدخا کہ درج

حالت کی تبدیلی (Change of State):-

عام طور پر مادّہ (Matter) تین مختلف حالتوں میں پایا جاتا ہے۔ ٹھوس (Solid)، مائع (Liquid) اور گیس (Gas)۔ اِن میں سے کسی ایک حالت سے دوسری حالت میں عبور (Transition) کو حالت کی تبدیلی کہتے ہیں۔ دو عام حالت کی تبدیلیاں، ٹھوس سے مائع اور مائع سے گیس ہیں۔ یہ تبدیلیاں اُس وقت ہوسکتی ہیں جب شئے اور ماحول کے درمیان حرارت کا تبادلہ ہوتا ہے۔

تینوں حالتوں میں پائے جانے والی اشیاء میں سب سے مشہور و معروف مثال پانی کی ہے، جو کہ ٹھوس، مائع اور گیس تینوں حالتوں میں وجود رکھتا ہے۔ یہ تینوں حالتیں ہیں برف یعنی ٹھوس، پانی یعنی مائع اور بھاپ یعنی گیس۔ جب کسی ٹھوس کو گرم کیا جاتا ہے، وہ مائع میں تبدیل ہوجاتا ہے۔ اگر اُس مائع کو مزید گرم کیا جائے تو وہ گیس میں تبدیل ہوجاتا ہے۔ اِن طبعی تعاملات کو درج ِ ذیل انداز میں دکھایا جاسکتا ہے۔

ٹھوس ⇄ مائع ⇄ گیس

(گرم کرنا → ، ← ٹھنڈا کرنا)

معیاری دباؤ پر، کسی بھی ٹھوس جسم کو دیا جانے والا وہ مخصوص درجہ حرارت جس پر وہ جسم مائع میں تبدیل ہوجاتا ہے اُسے اُس ٹھوس کا نقطہ پگھلاؤ (Melting Point) کہلاتا ہے۔ مثال کے طور پر پانی کیلئے نقطہ پگھلاؤ کی قیمت 0^0C ہوتی ہے۔

معیاری دباؤ پر، کسی بھی مائع کو دیا جانے والا وہ مخصوص درجہ حرارت جس پر وہ جسم گیس میں تبدیل ہوجاتا ہے اُسے اُس مائع کا نقطہ ِ اُبال (Boiling Point) کہلاتا ہے۔ مثال کے طور پر پانی کیلئے نقطہ اُبال کی قیمت 100^0C ہوتی ہے۔

پانی کے لئے نقطہ ثلاثہ (Triple Point of water) ایک ایسا نقطہ ہوتا ہے جس پر پانی اپنی تینوں ہیئتوں (یعنی برف، پانی اور بھاپ) میں بیک وقت وجود رکھتا ہے۔ یہ حالت ایک مخصوص درجہ حرارت اور ایک مخصوص دباؤ پر حاصل ہوتی ہے۔ پانی کے لئے ثلاثی نقطہ کا درجہ حرارت 0.01^0C یا 273.16K ہوتا ہے اور دباؤ کی قیمت پارے کا 4.58 mm یا $6.11 \times 10^{-3}\ N/m^2$ ہوتا ہے۔ پانی کے نقطہ ثلاثہ کی طبعی اہمیت یہ ہے کہ یہ ایک ایسا واحد نقطہ ہوتا ہے جو مطلق درجہ حرارت کے پیمانہ کی بنیاد بن سکتا ہے۔ درجہ حرارت کے مطلق پیمانہ کی ابتدا مطلق صفر (Absolute Zero) سے ہوتی ہے جسے 0 K کہا جاتا ہے۔ اِس حالت میں درجہ حرارت کی قیمت $-273.16\ ^0C$ ہوتی ہے۔ اِس مخصوص درجہ حرارت پر تمام قسم کی جوہری اور الیکٹرانی حرکتیں رُک جاتی ہیں۔ اور کسی بھی مادّے کی مجموعی اندرونی توانائی صفر ہوجاتی ہے۔

حرارت مخفی (Latent heat)

جب بھی کسی جسم کی حالت میں تبدیلی واقع ہوتی ہے، تب اُس جسم میں حرارتی توانائی کا یا تو انجذاب ہوتا ہے یا اخراج ہوتا ہے، لیکن اُس کے درجہ حرارت میں کوئی تبدیلی واقع نہیں ہوتی۔

'' حرارتی توانائی کی وہ مخصوص مقدار، جس کے ذریعے اکائی کمیت والے کسی بھی جسم کی حالت (state) میں تبدیلی پیدا ہوجاتی ہے لیکن اُس کا درجہ حرارت مستقل رہتا ہے، اُسے اُس جسم کی حرارت مخفی کہتے ہیں۔'' اِس کی S. I. نظام میں اکائی J / kg ہوتی ہے۔

اکائی کمیت والے ٹھوس جسم کو، اُس کے نقطہ پگھلاؤ پر، دی جانے والی حرارتی توانائی کی وہ مقدار جس کے ذریعے وہ مائع میں تبدیل ہوجاتا ہے، اُسے اُس ٹھوس جسم کے لئے ''اختلاط کی حرارت مخفی'' (Latent Heat of Fusion) کہا جاتا ہے۔

اکائی کمیت والے مائع کو، اُس کے نقطہ اُبال پر، دی جانے والی حرارتی توانائی کی وہ مقدار جس کے ذریعے وہ گیس میں تبدیل ہوجاتا ہے، اُسے اُس مائع کے لئے ''

تبخیر کی حرارت مخفی‘‘ (Latent Heat of Vaporisation) کہا جاتا ہے۔

انتقال حرارت (Transfer of Heat):۔

حرارتی توانائی کے ایک جگہ سے دوسری جگہ منتقل ہونے کے عمل کو انتقال حرارت کہا جاتا ہے۔ انتقال حرارت کی درج ذیل تین ذرائع ہیں۔

۱) ایصال حرارت(Conduction of Heat):۔ ٹھوس اشیاء میں حرارتی توانائی کا ایک مقام سے دوسرے مقام تک اس طرح منتقل ہونا جس میں اس شئے کے سالمات اپنی جگہ نہ چھوڑتے ہوں، ایصال حرارت کہلاتا ہے۔

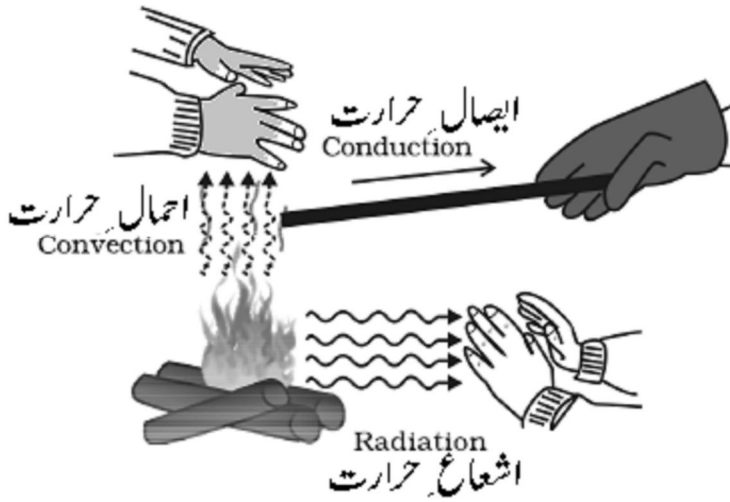
مثلاً اگر کسی دھاتی سلاخ کے ایک سرے کو گرم کریں تو کچھ دیر بعد دوسرا سرا خود بخود گرم ہوجاتا ہے۔ یعنی حرارتی توانائی اس سلاخ کے ایک سرے سے دوسرے تک منتقل ہوجاتی ہے۔ انتقالِ حرارت کے اس ذریعئے کو ایصالِ حرارت کہتے ہیں۔

۲) احمال حرارت(Convection of Heat):۔ مائع اور گیس میں حرارتی توانائی کا ایک مقام سے دوسرے تک اس طرح منتقل ہونا جس میں اس شئے کے سالمات خود توانائی لیکر جاتے ہیں اسے احمالِ حرارت کہتے ہیں۔

مثلاً کسی برتن میں پانی گرم کریں تو سب سے پہلے نچلی سطح کے سالمات گرم ہوتے ہیں اور حرارتی توانائی کو جذب کر کے اوپر کی سطح تک خود لیجاتے ہیں۔ اس طرح سے احمالِ حرارت کے ذریعئے پانی مکمل طور پر گرم ہوتا ہے۔

۳) اشعاع حرارت(Radiation):۔ حرارتی توانائی کا برقی مقناطیسی لہروں کی شکل میں ایک مقام سے دوسرے مقام تک اس طرح منتقل ہونا جس میں مادّی واسطہ (Material Medium) لازمی نہ ہو، اشعاعِ حرارت کہلاتا ہے۔

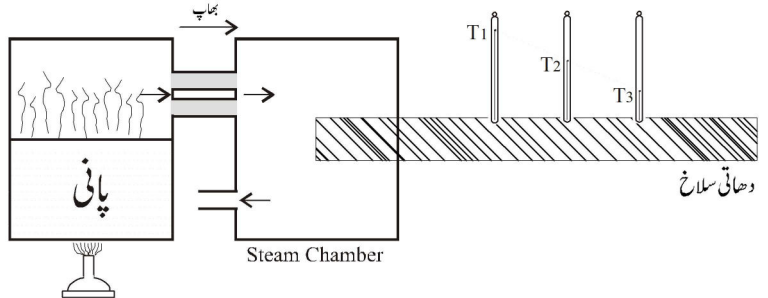
مثلاً سورج کی گرمی (حرارتی توانائی)، زمین کی سطح تک اشعاع حرارت کے ذریعئے منتقل ہوتی ہے۔

نوٹ:۔ انتقالِ حرارت کے اِن تینوں طریقوں کو درج ِذیل خاکہ میں واضح کیا گیا ہے۔

تپش کی تفاوت(Temperature Gradient):۔

کسی بھی ٹھوس جسم کے ایک سرے کو حرارتی توانائی دیں تو وہ توانائی ایصالِ حرارت کے عمل کے ذریعے دوسرے سرے تک پہونچنے لگتی ہے۔ اس عمل کے دوران پہلے سرے کا درجہ حرارت بہت زیادہ ہوتا ہے۔ جب کہ دوسرے سرے کا درجہ حرارت بہت کم ہوتا ہے۔ اس حالت میں، درجہ حرارت میں کمی اور ابتدائی سرے سے فاصلے کا تناسب مستقل ہوتا ہے جسے تپش کی تفاوت یا تپش کے ڈھلان کی مقدار کہا جاتا ہے۔

اگر کسی ٹھوس جسم کے لیئے Dx فاصلے کے اطراف درجہ حرارت کی تبدیلی $\Delta\theta$ ہو تو تپش کی تفاوت درج ذیل ہوتی ہے۔

$$\text{تپش کی تفاوت} = \frac{\Delta\theta}{\Delta x}$$

تپش کی تفاوت کے نظریئہ کو ایک سادہ تجربہ کے ذریعے سمجھا جاسکتا ہے۔

اس تجربہ میں ایک یکساں چوڑائی کی لمبی دھاتی سلاخ کے ایک سرے کو بھاپ کے ڈبّہ (Steam Chamber) میں رکھا جاتا ہے۔ اس سلاخ میں مختلف مقام پر الگ الگ Thermameters لگائے جاتے ہیں۔ جب کافی دیر تک بھاپ کو سلاخ کے ایک سرے کے قریب سے گزارتے ہیں تو وہ سرا گرم ہوجاتا ہے اور اس کی حرارتی توانائی دوسرے سرے کی جانب منتقل ہونے لگتی ہے۔ اس تجربہ میں پہلے تھرمامیٹر میں درجہ حرارت T_1 حاصل ہوتا ہے، دوسرے میں T_2 اور تیسرے میں T_3 حاصل ہوتا ہے۔ ان کی قیمتوں سے ظاہر ہوتا ہے کہ

$T_1 > T_2 > T_3$

اگر گرم سرے سے فاصلے اور درجہ حرارت کے درمیان ترسیم تیار کریں تو اس کی نوعیت کچھ اس طرح ہوگی۔

حرارتی ایصالیت کا ضریب(Coefficient of Thermal Conductivity):۔

کسی بھی حرارتی موصل جسم کے لیئے ایصالِ حرارت کے درج ذیل قوانین ہوتے ہیں۔

۱) حرارتی توانائی کی مقدار (Q) ہمیشہ عرضی تراشہ کے رقبہ (A) سے راست تناسب میں ہوتی ہے۔

۲) حرارتی توانائی کی مقدار (Q) ہمیشہ تپش کی تفاوت کے ساتھ راست تناسب میں ہوتی ہے۔

۳) حرارتی توانائی کی مقدار (Q) ہمیشہ وقت "t" کے ساتھ راست تناسب میں ہوتی ہے۔

$$Q \propto A \cdot \frac{\Delta\theta}{\Delta x} \cdot t$$

$$Q = K \cdot A \cdot \frac{\Delta\theta}{\Delta x} \cdot t$$

$$\therefore K = \frac{Q}{A \cdot \Delta\theta/\Delta x \cdot t}$$

یہ ضابطہ ایک مستقل کو ظاہر کرتا ہے۔ جسے حرارتی ایصالیت کا ضریب کہا جاتا ہے۔

درج بالا ضابطہ کی بنیاد پر ظاہر ہوتا ہے کہ ’’حرارتی توانائی کی وہ مقدار جو اکائی سطحی رقبہ سے اکائی وقت میں خارج ہوتی ہے اگر تپش کی تفاوت اکائی ہو اسے حرارتی ایصالیت کا ضریب کہتے ہیں۔۔۔۔۔‘‘

حرارتی ایصالیت کے ضریب کے تصور کو سمجھنے کے لئے درج ذیل خاکہ میں غور کیجئے،

اس خاکہ میں ایک یکساں قطر کا ایک موصل تار دکھایا گیا ہے۔ اس تار کا ایک چھوٹا سا حصہ MN ہے جس کے اطراف حرارت گزر رہی ہے۔ اگر ان دونوں نقاط کے درمیان کا فاصلہ " x " ہو اور

ان کے درمیان درجہ حرارت کا فرق (q1-q2) ہو تو اصطلاح $\frac{(\theta_1 - \theta_2)}{x}$ کو تپش کی تفاوت

(Temperature Gradient) کہا جاتا ہے۔

حرارتی ایصالیت (Thermal Conductivity) کی قیمت کسی شئے کے لئے عملی طور پر مستقل ہوتی ہے اگر درجہ حرارت کا فرق بہت زیادہ نہ ہو۔

(۱) S. I. نظام میں حرارتی ایصالیت کی اکائی J / m s K ہوتی ہے۔

(۲) M. K. S. نظام میں حرارتی ایصالیت کی اکائی kcal / m s K ہوتی ہے۔

(۳) C. G. S. نظام میں حرارتی ایصالیت کی اکائی $cal / cm . s\,^0C$ ہوتی ہے۔

حرارتی ایصالیت کا ابعاد درجِ ذیل ہوتا ہے۔

$$[L^1, M^1, T^{-3}, K^{-1}]$$

نوٹ: ۔ درج ذیل جدول میں چند اشیاء کی حرارتی ایصالیت کی قیمتیں درج ذیل ہیں،

شئے (Substance)	Thermal Conductivity " kcal/msK"
چاندی	0.097
تانبہ	0.092

اسٹیل	0.012
پیتل	0.026
المونیم	0.049
شیشہ	0.0002
پانی	0.00014
ہوا	0.0000057

درج بالا جدول میں مختلف اشیاء کے حرارتی ایصالیت کے ضریب کی قیمتیں دکھائی گئی ہیں۔جن اشیاء کے لئے حرارتی ایصالیت کے ضریب کی قیمت زیادہ ہوتی ہے اُن میں حرارت کا ایصال تیزی سے ہوتا ہے۔ایسی اشیاء کو حرارت کا بہترین موصل(Good Conductors of Heat) کہا جاتا ہے۔ اِس اشیاء میں بڑی تعداد میں آزاد الیکٹران پائے جاتے ہیں۔اِن آزاد الیکٹران کی وجہ سے یہ اشیاء برقی رو کے بھی بہترین موصل(Good Conductors of Electricity) ہوتے ہیں۔

بہتر موصل اور بدتر موصل کے استعمال:(Uses of good conductors & bad conductors)

(1) جب کانچ کے بیکر میں گرم پانی ڈالتے ہیں تو وہ بیکر ٹوٹ جاتا ہے۔کانچ حرارت کا بدتر موصل(Bad Conductor) ہے۔اِسی لئے جب گرم پانی کو کانچ کے بیکر میں ڈالتے ہیں تب اُس بیکر کی اندرونی تہہ گرم ہو کر پھیل جاتی ہے۔لیکن بدتر موصل ہونے کی وجہ سے یہ حرارت بیرونی تہہ تک نہیں پہونچ پاتی اِسی لئے بیرونی تہہ میں حرارتی پھیلاؤ کا عمل نہیں ہو پاتا۔اِن حالات میں کانچ کا بیکر ٹوٹ جاتا ہے۔

(2) گرمیوں کے دنوں میں برف کو لکڑی کے بُرادے میں رکھا جاتا ہے۔لکڑی کا بُرادہ حرارت کا بدتر موصل(Bad Conductor) ہوتا ہے۔اِسی لئے جب برف کو لکڑی کے بُرادے میں رکھا جاتا ہے تو ماحول کی گرمی (حرارت) برف تک جلدی نہیں پہونچ پاتی جس کی وجہ سے برف کے جلدی پگھل جانے کا خطرہ نہیں رہتا۔

(3) کھانا پکانے کے استعمال کئے جانے والے اکثر برتنوں کے ہینڈل ایسے مادّوں سے بنائے جاتے ہیں جو حرارت کے بدتر موصل ہوتے ہیں۔مثلاً لکڑی، ایبونائٹ، ٹیفلان وغیرہ۔ کھانے پکانے کے برتن دھاتوں(Metals) کے بنے ہوئے ہوتے ہیں کیونکہ دھاتیں حرارت کی اچھی موصل ہوتی ہیں۔لیکن اگر اُن کے ہینڈل بھی دھاتوں کے بنائے جائیں تو حرارت ہمارے ہاتھوں تک پہونچ جائے گی۔اِس طرح کھانا پکاتے وقت ہاتھوں کے جلنے کا خطرہ بڑھ جائے گا۔ اِسی لئے کھانا پکانے کے برتنوں کے ہینڈل حرارت کے بدتر موصل اشیاء سے بنائے جاتر ہیں۔

(4) ابرق(Mica) برقی رو(Electricity) کا غیر موصل ہوتا ہے لیکن حرارت(Heat) کا بہترین موصل ہے۔اِس خاصیت کی وجہ سے برقی استری(Electric Iron) میں استعمال ہونے والے دھاتی تار کی لچھی(coil) کے اطراف ابرق لپیٹ دیا جاتا ہے، جس کی وجہ سے حرارت برقی استری کے باہری سطح تک پہونچ پاتی ہے لیکن برقی رو کا گزر وہاں تک نہیں ہو پاتا ہے، جس کی وجہ سے شاک لگنے کا خطرہ نہیں رہتا۔

(5) کڑاکے کی سردیوں میں پرندے اپنے پروں کو کافی حد تک پھیلا لیتے ہیں۔اِس کی وجہ سے اُن کے جسم اور پروں کے درمیان بڑے پیمانے پر ہوا قائم ہو جاتی ہے۔یہ ہوا حرارت کی بدتر موصل ہوتی ہے۔اِسی لئے پرندوں کے جسم کی گرمی (حرارت) کو باہر ماحول میں پہونچنے سے روکتی ہے۔اِس طرح سے پرندوں کی جسم کی گرمی ضائع نہیں ہو پاتی اور وہ کڑاکے کی سردیوں کا آسانی سے مقابلہ کر پاتے ہیں۔

اِحمالِ حرارت (Convection) :-

انتقالِ حرارت کا ایسا مخصوص طریقہ جس میں مادّے کی حقیقی حرکت کے ذریعے، گرم علاقے سے ٹھنڈے علاقے کی جانب، حرارت کی منتقلی ہوتی ہے، اُسے اِحمالِ حرارت کہتے ہیں۔ انتقالِ حرارت کا یہ طریقہ صرف سیالوں(Fluids) ہی میں ممکن ہوتا ہے۔یعنی تمام مائع اور گیسوں میں اِحمالِ حرارت کا عمل پایا جاتا ہے۔اِحمالِ حرارت قدرتی(Natural) بھی ہو سکتا ہے اور جبری(Forced) بھی۔ قدرتی اِحمال میں ارضی کشش ایک اہم کردار ادا کرتی ہے۔جب ایک سیال کو نیچے سے گرم کیا جاتا ہے تو گرم حصہ پھیل جاتا ہے اور اس لئے کم کثیف ہو جاتا ہے۔اُچھال کی وجہ سے یہ اُوپر چلا جاتا ہے اور اُوپر کا مقابلتاً ٹھنڈا حصہ اُس کی جگہ لے لیتا ہے۔اِس طرح یہ عمل جاری رہتا ہے۔حرارت کی منتقلی کا یہ طریقہ ایصالِ حرارت سے بالکل مختلف ہوتا ہے۔ اِحمالِ حرارت میں سیال کے مختلف حصوں کی بڑی مقدار میں منتقلی شامل ہے۔جبری اِحمال میں، مادّے کو پمپ یا کسی اور طبعی طریقے سے جبری طور پر حرکت دی جاتی ہے۔جبری اِحمال نظاموں کی کچھ عام مثالیں ہیں: گھروں کو گرم رکھنے کا حرارتی نظام، انسانی گردشِ خون کا نظام اور گاڑیوں کے انجنوں کو ٹھنڈا رکھنے کے نظام۔دل پمپ کی طرح کام کرتا ہے جو جسم کے مختلف حصوں میں خون کو گردش دیتا ہے، جبری اِحمال کے ذریعے حرارت منتقل کرتا ہے اور مکمل جسم میں ایک مستقل درجہ حرارت قائم رکھتا ہے۔

قدرتی اِحمال بہت سے جانے پہچانے قدرتی مظاہر کے لئے ذمہ دار ہوتا ہے۔مثلاً دن کے وقت، زمین، پانی کے بڑے ذخیروں کے مقابلے میں زیادہ تیزی سے گرم ہوتی ہے۔ایسا ہونے کی دو وجوہات ہیں۔پہلی وجہ یہ ہے کہ پانی کی نوعی حرارت زیادہ ہوتی ہے اور دوسری یہ کہ آمیزشی رویں، جذب ہوئی حرارت کو پانی کے پورے ذخیرے میں پھیلا دیتی ہیں۔گرم زمین سے لمس میں آئی ہوا ایصال کے ذریعے گرم ہوتی ہے۔ یہ پھیلتی ہے اور اُوپر کی ٹھنڈی ہوا کے مقابلے میں کم کثیف ہو جاتی ہے۔گرم ہوا اُوپر اُٹھتی ہے (ہوا کی رویں) اور دوسری ہوا اُس خالی ہوئی جگہ کو بھرنے کے لئے حرکت کرتی ہے۔اِس طرح پانی کے بڑے ذخیروں کے پاس بحری ہوا چلتی ہے۔ ٹھنڈی ہوا نیچے آتی ہے اور ایک حرارتی

احمال کا دَور (Convection Cycle) بن جاتا ہے، جو زمین سے حرارت منتقل کرتا ہے۔ اِس لیے رات میں زمین زیادہ گرم ہوتی ہے۔ اِس کے نتیجے میں سائیکل اُلٹا ہو جاتا ہے۔

قدرتی احمال کی دوسری مثال زمین پر چلنے والی وہ قائم ہوا ہے جو شمال۔مشرق سے خط استواء کی طرف چلتی ہے اور جسے تجارتی ہوائیں (Trade wind) کہا جاتا ہے۔ اُس کی ایک قابل فہم توضیح مندرجہ ذیل ہے: زمین کے خط استوائی اور قطبی علاقے غیر مساوی شمسی حرارت حاصل کرتی ہیں۔ خطِ استواء کے نزدیک سطح زمین پر ہوا ٹھنڈی ہوتی ہے۔ اگر کوئی اور عوامل کام نہ کر رہے ہوں تو ایک احمالی رو (Convection current) بن جائے گی، جس میں استوائی سطح کی ہوا اُوپر اُٹھے گی اور قطبین کی طرف حرکت کرے گی اور قطبین کی ہوا نیچے آئے گی اور خطِ استواء کی طرف بہے گی۔لیکن زمین کی گردش اس احمالی رو میں کچھ ترمیم کر دیتی ہے۔ اِس وجہ سے خطِ استواء کے نزدیک کی ہوا کی مشرق کی جانب چال 160 km/hr کے قریب ہوتی ہے جب کہ قطبین کے نزدیک یہ صفر ہوتی ہے۔ اِس کے نتیجے میں ہوا قطبین پر نہیں اُترتی بلکہ 30^0N (شمال) عرض البلد پر پہنچتی ہے اور پھر خطِ استواء واپس آتی ہے۔ اِسے تجارتی ہوائیں کہا جاتا ہے۔

اشعاعِ حرارت (Radiation) :-

ایصالِ حرارت اور احمالِ حرارت دونوں کے لئے کچھ مادّہ بطور وسیلہ (Medium) درکار رہتا ہے۔ اِن طریقوں سے ایسے اجسام کے درمیان حرارت کی منتقلی ممکن نہیں ہے جو خلاء میں ایک دوسرے سے کچھ فاصلے پر ہیں۔لیکن زمین، سورج سے حرارت حاصل کرتی ہی ہے حالانکہ دونوں کے درمیان بہت بڑا فاصلہ (خلاء) ہے۔ اگر ہم آگ کے نزدیک جائیں تو فوراً گرمی محسوس ہوتی ہے، حالانکہ ہوا بہت کمزور موصل ہے اور ہمیں گرمی کا احساس احمال رو کنے سے قبل ہی ہونے لگتا ہے۔ حرارت کی منتقلی کے تیسرے میکانزم کو کسی وسیلے (material medium) کی ضرورت نہیں ہوتی۔ اُسے اشعاعِ حرارت (Radiation) کہتے ہیں، اور اِس طرح برقی مقناطیسی لہروں کے ذریعے اشعاع کی گئی توانائی کو اشعاعی توانائی (Radiant Energy) کہا جاتا ہے۔ ایک برقی مقناطیسی لہر میں برقی اور مقناطیسی میدان فضا (Space) اور وقت (Time) میں احتزاز (Oscillates) کرتے ہیں۔ کسی بھی لہر کی طرح، برقی مقناطیسی لہروں کی بھی مختلف طولِ موج (Wavelengths) ہو سکتی ہیں اور یہ خلاء میں یکساں رفتار سے حرکت کرتی ہیں، جو کہ نور کی رفتار (3×10^8 m / s) ہوتی ہے۔ اشعاعِ حرارت کا عمل سب سے زیادہ تیز رفتار سے ہونے والا عمل ہوتا ہے۔ سورج سے زمین تک حرارت، درمیانی خلاء سے ہوتی ہوئی، اِسی طریقے سے منتقل ہوتی ہے۔ تمام اجسام، چاہے وہ ٹھوس ہوں، مائع ہوں یا گیسیں ہوں، اشعاعی توانائی خارج کرتے ہیں۔ ایک جسم کے ذریعے اس کے درجہ حرارت کی بنا پر خارج کی گئی برقی مقناطیسی اشعاع، حرارتی اشعاع کہلاتی ہے۔ جیسے سرخ گرم لوہے سے خارج ہو رہی شعاعیں یا ایک فلامنٹ لیمپ سے نکل رہی روشنی۔

جب یہ حرارتی اشعاع دوسرے اجسام پر پڑتی ہیں، تو اس کا کچھ حصہ منعکس ہو جاتا ہے اور کچھ حصہ جذب ہو جاتا ہے۔ اشعاع ریزی کے ذریعے ایک جسم حرارت کی کتنی مقدار جذب کر سکتا ہے، یہ اُس جسم کے رنگ پر منحصر ہے۔ ہم جانتے ہیں کہ سیاہ اجسام اشعاعی توانائی کو، مقابلتاً ہلکے رنگوں کے اجسام کے بہتر طور پر خارج اور جذب کرتے ہیں۔ یہ حقیقت ہماری روزمرہ زندگی میں بہت استعمال ہوتی ہے۔ ہم گرمی کے موسم میں سفید اور ہلکے رنگوں کے کپڑے پہنتے ہیں تا کہ سورج سے کم سے کم حرارت جذب کریں۔لیکن جاڑوں میں ہم گہرے رنگوں کے کپڑے پہنتے ہیں جو سورج سے حرارت جذب کرتی ہیں اور ہمارے جسم کو گرم رکھتے ہیں۔ کھانا پکانے میں استعمال کیے جانے والے برتنوں کے پیندوں کو کالا کر دیا جاتا ہے، تا کہ وہ آگ سے زیادہ سے زیادہ حرارت جذب کر کے پکائی جانے والی شئے کو دے سکیں۔

اِسی طرح ایک تھرماس فلاسک ایک ایسا آلہ ہوتا ہے، جس کے ذریعے بوتل میں رکھی ہوئی اشیاء اور باہری ماحول کے درمیان حرارت کی منتقلی کو کم تو کیا جاتا ہے۔ یہ ایک دُہری دیوار والا شیشے کا برتن ہوتا ہے، جس کی اندرونی اور بیرونی دیواروں پر چاندی کی پالش ہوتی ہے۔ اشعاع، اندرونی دیوار بوتل میں رکھی چیزوں پر واپس منعکس ہو جاتا ہے۔ اِسی طرح بیرونی دیوار کسی اندر آ رہی اشعاع کو واپس منعکس کر دیتی ہے۔ دیواروں کے بیچ کی جگہ میں خلاء کر کے ایصال اور احمال کے ذریعے ہونے والے حرارت کے نقصان کو کم کیا جاتا ہے اور فلاسک میں ایک حاجز، جیسے کارک، لگا ہوتا ہے۔ اِس طرح یہ آلہ گرم چیزوں () جیسے دودھ) کو ٹھنڈا ہونے سے اور ٹھنڈی چیزوں (جیسے برف) کو گرم ہونے (یعنی پگھلنے) سے بچانے کے لئے کار آمد ہے۔

نیوٹن کا سردانے کا قانون (Newton's Law of Cooling):-

’’ کسی بھی گرم جسم سے اشعاعِ حرارت کے ذریعے، نقصانِ حرارت کی شرح، ہمیشہ جسم کے درجہ حرارت اور ماحول کے درجہ حرارت کے فرق کے ساتھ راست تناسب میں ہوتی ہے، اگر درجہ حرارت کا یہ فرق بہت معمولی ہو‘‘ اِس بیان کو نیوٹن کا سرد ہونے کا قانون کہتے ہیں۔

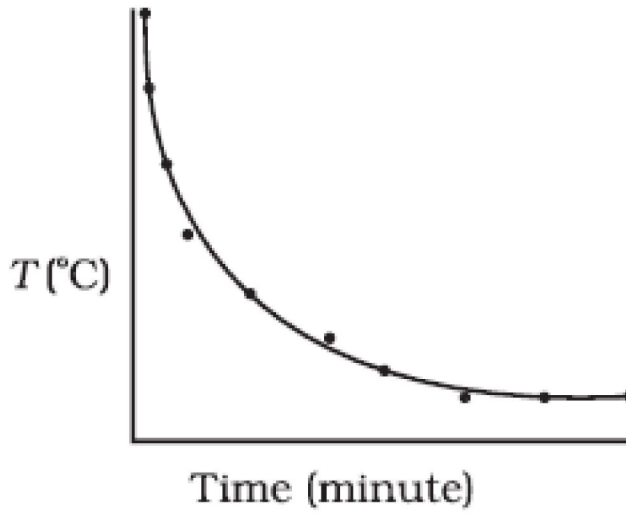
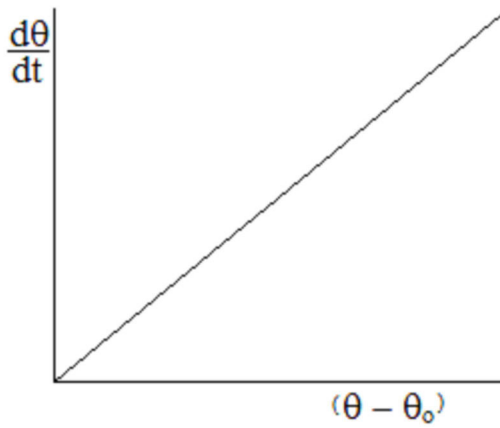
اِس قانون کا ریاضیاتی ضابطہ درجِ ذیل ہے۔

$$\frac{d\theta}{dt} \propto (\theta - \theta_o)$$

$$\frac{d\theta}{dt} = k.(\theta - \theta_o)$$

یہاں θ جسم کا درجہ حرارت ہے، θ_o اطراف کا درجہ حرارت ہے اور $\frac{d\theta}{dt}$ جسم کے ٹھنڈے ہونے کی شرح ہے۔ اِسی طرح یہاں استعمال کیا گیا k ایک مستقل ہے، جو کہ تناسب کا مستقل کہلاتا ہے۔

تجرباتی تصدیق(tion

درج ِ بالا خاکہ میں دکھائے گئے تجرباتی سامان کی ترتیب کے ذریعے نیوٹن کے سرد ہونے کے قانون کی تصدیق کی جاسکتی ہے۔ اِس تجربہ کے سامان میں ایک دوہری دیواروں والا برتن ہوتا ہے، جس کی دیواروں کے بیچ میں پانی بھرا ہوا ہوتا ہے۔گرم پانی سے بھرا ہوا ایک تانبہ کا بنا کیلوری میٹر اِس دوہری دیواروں والے برتن کے اندر رکھا جاتا ہے۔کارک سے گزرتے ہوئے ایک تھرمامیٹر استعمال کیا جاتا ہے جس کے ذریعے گرم پانی کا درجہ حرارت معلوم کیا جاسکتا ہے۔ کیلوری میٹر میں بھرے گرم پانی کا درجہ حرارت مساوی وقفہ ِ وقت کے ساتھ نوٹ کیا جاتا ہے۔ وقت کے مساوی وقفے اور درجہ حرارت کی قیمتوں کے درمیان ترسیم تیار کی جاتی ہے جو کہ درج ِ ذیل نوعیت کی ہوتی ہے۔

اِس ترسیم میں درجہ حرارت کی مختلف قیمتوں کے لئے نقصان ِ حرارت کی شرح کی مختلف قیمتیں نوٹ کی جاتی ہیں۔نقصان ِ حرارت کی شرح ($\frac{d\theta}{dt}$) اور درجہ حرارت کے فرق ($(\theta-\theta_o)$) کی قیمتوں کے درمیان ترسیم بنائی جاتی ہے۔ یہ ترسیم ایک خط ِ مستقیم ہوتا ہے جو کہ درج ِ ذیل نوعیت کی ہوتی ہے۔

اِس ترسیم میں حاصل ہوئے خط ِ مستقیم سے ظاہر ہوتا ہے کہ $\frac{d\theta}{dt}$ اور $(\theta-\theta_o)$ ایک دوسرے کے ساتھ راست تناسب میں ہوتے ہیں۔ اِس طرح سے نیوٹن کے خنکی کے قانون کی تجرباتی تصدیق کی جاتی ہے۔

ختم شدہ

8۔ انحراف نور
(Refraction of light)

ایک عظیم عرب سائنسداں، جن کا نام علی حسن (انگریزی میں بگاڑا گیانام Alhazan) ہے، نے 1000 عیسوی میں نور کا بہت گہرائی سے مطالعہ کیا اور تجرباتی بنیاد پر ایک عربی کتاب 'کتاب المناظر' (The Book of Optics) لکھی۔ اس کتاب میں اُنھوں نے نور کے کئی اعمال کا مطالعہ پیش کیا۔ مثلاً انعکاسِ نور ، انحرافِ نور ، قوسِ قزح، پن ہول کیمرے کا تصور وغیرہ وغیرہ۔ نور (Light) کائنات میں موجود ایک بے انتہا زبردست توانائی ہے، جو کہ زندگی کے ہر پہلو پر بہت گہرا اثر رکھتی ہے۔ نور کی فطرت کے مطالعہ کیلئے کئی سائنسدانوں نے اپنے اپنے نظریات پیش کئے، مگر کوئی بھی نظریہ مکمل طور پر نور کی فطرت کو پیش کرنے میں کامیاب نہ ہوسکا۔

سائنسی علوم کی ترقی ہونے پر نور کا کئی سائنسدانوں نے مطالعہ کیا اور اپنے اپنے الگ نظریات پیش کئے۔اس ضمن میں کچھ اہم نام درج ذیل ہیں،

1) نیوٹن۔۔۔ذراتی نظریہ (Newton's Corpuscular Theory of Light)

2) ہائیجن۔۔۔موجی نظریہ (Huygen's Wave Theory of Light)

3) میکس ویل۔۔۔برقی مقناطیسی نظریہ (Maxwell's Electromagnetic Theory of Light)

4) میکس پلانک ۔۔قدری نظریہ (Max Planck's Quantum Theory of Light)

5) ڈی براگلی ۔۔۔نظریہ دوہری فطرت (de Broglie's Dual Nature Theory of Light)

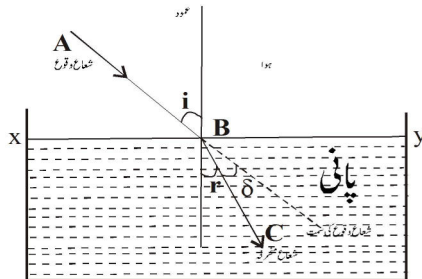
آپ ان تمام نظریات کا آگے چل کر تفصیلی مطالعہ کروگے۔

اس سبق میں ہم نور کے ذریعے ہونے والے ایک زبردست مظہر 'انحراف' کا مطالعہ کرینگے۔ہم جانتے ہیں کہ نور ہمیشہ خطِ مستقیم میں سفر کرتا ہے۔نور کا یہ خطِ مستقیمی سفر صرف اس وقت ممکن ہوتا ہے، جب نور ایک ایسے واسطے میں موجود ہو جو کہ یک جنسی (Homogeneous) واسطہ ہو۔اگر نور ایک واسطہ سے گزر کر دوسرے واسطہ میں داخل ہوجائے تو وہ خطِ مستقیم میں سفر کرنے کی بجائے کچھ حد تک ترچھے راستے سے سفر کرنے لگتا ہے۔نور کے اسی مظہر کو 'انحرافِ نور' کہا جاتا ہے۔

آیئے اب انحرافِ نور کا تفصیلی مطالعہ کریں۔۔۔۔

انحرافِ نور یا انعطافِ نور (Refractionof light):۔

جب نور کی شعاع ایک واسطہ سے گزر کر دوسرے واسطے میں داخل ہوتی ہے تو اس کا راستہ کچھ حد تک ترچھا ہوجاتا ہے، اس عمل کو انعطافِ نور یا انحرافِ نور کہا جاتا ہے۔

مثال کے طور پر جب نور کی شعاع ہوا میں سے پانی میں داخل ہوتی ہے تب نور کی شعاع کا جھکاؤ عمود کی جانب دیکھائی دیتا ہے۔یہ عمل انحرافِ نور کہلاتا ہے۔اس کی وضاحت درج ذیل خاکہ
میں کی گئی ہے۔

درج بالا خاکہ میں خط AB نور کی وقوع پزیر شعاع کو ظاہر کرتا ہے۔یہ شعاع وقوع ہوا اور پانی کے درمیانی سطح XY پر نقطہ B پر وقوع پزیر ہورہی ہے۔عمود اور شعاعِ وقوع کے درمیان بننے والا زاویہ ''i'' ہے جسے زاویۂ وقوع کہتے ہیں۔

خط BC پانی میں گزرنے والے شعاع منخرفہ کے درمیان بننے والے زاویہ کو زاویۂ منخرفہ کہا جاتا ہے۔ جسے ''r'' سے ظاہر کیا گیا ہے۔

جھکاؤ کا زاویہ (Angle of Deviation):۔شعاعِ وقوع کی سمت اور شعاعِ منخرفہ کی سمت کے درمیان بننے والے زاویہ کو جھکاؤ کا زاویہ (Angle of Deviation) کہا جاتا ہے۔اسے عام طور پر ''δ'' سے ظاہر کرتے ہیں۔اور اس کا ضابطہ درجہ ذیل ہوتا ہے۔

$$\delta = i - r$$

اگر نور کی شعاع لطیف واسطہ (ہوا) میں سے کثیف واسطہ (پانی) میں داخل ہوتی ہے تو اس کا جھکاؤ عمود کی جانب ہوتا ہے۔اور اگر نور کی شعاع کثیف واسطہ (پانی) میں سے لطیف واسطہ (ہوا) میں داخل ہوتی ہے تو اس کا جھکاؤ عمود سے باہر کی جانب ہوتا ہے۔

Snell کا قانون:۔

''انحراف نور کے عمل کے دَوران زاویۂ وقوع کے Sine اور زاویۂ منحرفہ کے Sine کا تناسب مستقل ہوتا ہے۔ جسے انحرافی واسطہ کا انحراف نما یا انعطاف نما (Refractive Index) کہا جاتا ہے۔''

اس بیان کو انحرافِ نور کے لیے Snell کا قانون کہا جاتا ہے۔

عام طور پر انحرف نما کو ''μ'' سے ظاہر کرتے ہیں۔

$$\mu = \frac{\sin i}{\sin r}$$

اگر پہلے واسطے میں نور کی رفتار C_1 ہو اور دوسرے واسطہ میں نور کی رفتار C_2 ہو تو دوسرے واسطہ کا انحراف نما درج ذیل ہوتا ہے۔

$$\mu = \frac{C_1}{C_2} \quad \text{----------(1)}$$

اگر پہلے واسطہ میں نور کا طول موج λ_1 ہو تو اور دوسرے واسطہ میں نور کو طولِ موج λ_2 ہو تو دوسرے واسطے کا انحراف نما درج ذیل ہوتا ہے۔

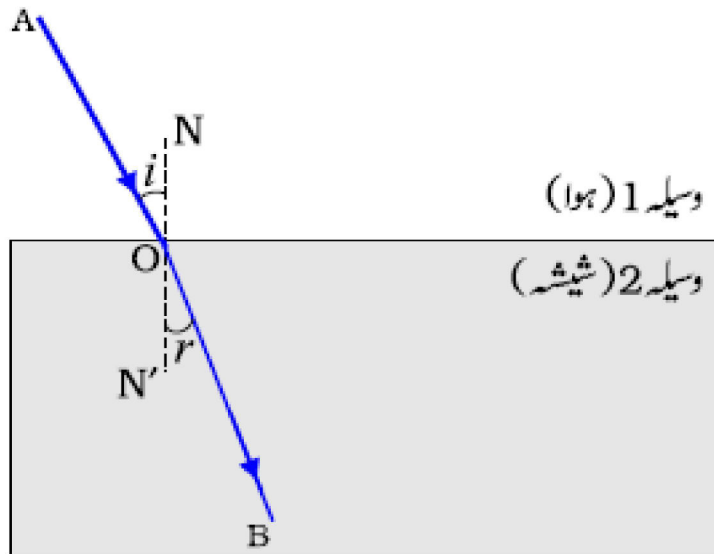
$$\mu = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \quad \text{----------(2)}$$

درج بالا مساوات (۱) اور مساوات (2) سے ظاہر ہوتا ہے کہ انحراف نما یا انعطاف نما، ہمیشہ دونوں واسطوں میں نور کی رفتاروں کا تناسب یا نور کے طولِ موج کا تناسب ہوتا ہے۔

انعطافی اشاریہ (Refractive Index):۔

جب نور کی شعاع ایک شفاف واسطے میں سے دوسرے واسطے میں داخل ہوتی ہے، تب وہ کافی حدتک ترچھی ہوجاتی ہے۔ دیئے ہوئے دونوں مادّی وسیلوں (media) کے جوڑے میں ہونے والی سمت کی تبدیلی کی حد (limit) کو انعطافی اشاریہ سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ انعطافی اشاریہ کو عام طور پر درج ذیل مساوات سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$\mu = \frac{\sin(i)}{\sin(r)}$$

انعطافی اشاریہ کو الگ الگ وسیلوں میں روشنی کی نسبتی اشاعت کی چال جیسی ایک اہم طبعی مقدار سے جوڑا جا سکتا ہے۔ اِس سے ظاہر ہوتا ہے کہ الگ الگ وسیلوں میں روشنی کی اشاعت الگ الگ چال (speeds) سے ہوتی ہے۔ روشنی کی خلاء میں سب سے تیز چال (یعنی 3×10^8 m/s) ہوتی ہے۔ ہوا میں نور کی چال کی قیمت، خلاء میں اُس کی چال کے مقابلے کچھ حدتک کم ہوتی ہے۔ ایک دیے ہوئے وسیلوں کے جوڑوں کا انعطافی اشاریہ دونوں وسیلوں میں روشنی کی چال پر منحصر ہوتا ہے۔ جیسا کہ درجِ ذیل مثال میں دکھایا گیا ہے۔

فرض کیجئے کہ روشنی کی ایک شعاع وسیلہ 1 سے وسیلہ 2 میں سفر کر رہی ہے۔ پہلے وسیلے میں نور کی چال v_1 ہے اور دوسرے وسیلے میں نور کی چال v_2 ہے۔ ایسی حالت میں دوسرے واسطے کا انعطافی اشاریہ (پہلے واسطے کی مناسبت سے) درج ذیل ہوتا ہے۔

$$^{1}\mu_2 = \frac{v_1}{v_2}$$

اگر پہلا واسطہ ہوا (Air) ہو یا خلاء (Vacuum) ہو، تو $^{1}\mu_2$ کو مطلق انعطافی اشاریہ (Absolute Refractive Index) کہا جاتا ہے۔ درجِ ذیل جدول میں کچھ مخصوص مادّی وسیلوں کے انعطافی اشاریہ دیئے گئے ہیں۔

مادّی وسیلہ	انعطافی اشاریہ	مادّی وسیلہ	انعطافی اشاریہ	مادّی وسیلہ	انعطافی اشاریہ

ہوا	1.0003	فیوز کیا ہوا کوارٹز	1.46	چٹائی نمک	1.54
برف	1.31	تارپین کا تیل	1.47	کاربن ڈائی سلفائیڈ	1.63
پانی	1.33	بینزین	1.50	کثیف فلنٹ شیشہ	1.65
الکوحل	1.36	کراؤن شیشہ	1.52	روبی	1.71
کیروسین	1.44	کناڈا بالسم	1.53	ہیرا	2.42

فاضل زاویہ (Critical Angle):-

جب نور کی شعاع، کثیف واسطے (مثلاً پانی) سے لطیف واسطے (پانی ہوا) میں داخل ہوتی ہے تو اُس کا جھکاؤ عمود (Normal) سے پرے ہوتا ہے۔ ایسی حالت میں، زاوٗیہ منخرفہ ہمیشہ زاوٗیہ وقوع سے بڑا ہوتا ہے۔ اگر زاوٗیہ وقوع کی قیمت بڑھاتے جائیں تو ہوا میں زاوٗیہ منخرفہ کی قیمت بھی بڑھنے لگتی ہے۔ ایک مخصوص حالت میں زاویہ منخرفہ کی قیمت 90° ہوجاتی ہے۔

''کثیف واسطے میں زاویہ وقوع کی وہ مخصوص قیمت جسکے لئے لطیف واسطے میں زاویہ منخرفہ کی قیمت 90° حاصل ہوتی ہے، اسے فاضل زاویہ کہتے ہیں۔''

اسے عام طور سے θ_C سے ظاہر کرتے ہیں۔

اگر $\angle i = 90^0$ ہو تو $\angle r = \theta_C$ ہوتا ہے۔

انحراف نما کی تعریف کے مطابق

$$\mu = \frac{\sin i}{\sin r}$$

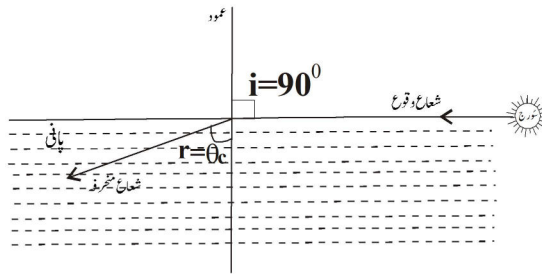
$$\mu = \frac{\sin (90^0)}{\sin(\theta_C)}$$

$$\therefore \mu = \frac{1}{\sin(\theta_c)}$$

$$\therefore \sin(\theta_c) = \frac{1}{\mu}$$

$$\therefore \theta_c = \sin^{-1}\left(\frac{1}{\mu}\right)$$

یہ ضابطہ فاضل زاویہ کو ظاہر کرتا ہے۔

مثال:- پانی کا انحراف نما 4/3 ہے۔ پانی کے اندر تیر رہے شخص کے لئے وہ زاویہ معلوم کیجئے جس کے لئے وہ شخص پانی کے اندر رہتے ہوئے بھی افق پر غروب ہوتے ہوئے سورج کو، پانی کی سطح پر دیکھ پاتا ہو؟

درج بالا خاکہ سے ظاہر ہوتا ہے کہ سورج کی شعاعیں پانی کی سطح سے ہمکنار گزرتی ہوں تو

$\angle i = 90^0$

ایسی حالت میں پانی میں تیار ہونے والا فاضل زاویہ درج ذیل ہوتا ہے۔

$$\theta_c = \sin^{-1}\left(\frac{1}{\mu}\right)$$

$$\theta_c = \sin^{-1}\left(\frac{1}{4/3}\right) = \sin^{-1}\left(\frac{3}{4}\right) = \sin^{-1}[0.75]$$

$$\therefore \theta_c = 48^0 - 36'$$

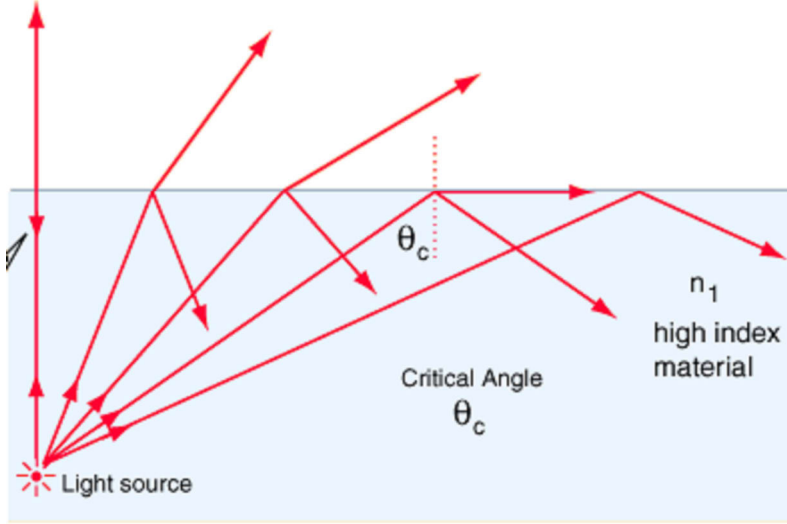
پانی میں تیر رہا شخص اگر عمود کیساتھ 48^0 - '36 زاویہ بناتا ہو تو افق پر غروب ہوتا ہوا سورج پانی میں اندر رہتے ہوئے بھی، پانی کی سطح پر صاف دیکھا جا سکتا ہے۔

نوٹ:- کچھ مخصوص اشیاء کے لئے 'انحراف نما' اور 'فاضل زاویہ' کی قیمتیں درج ذیل ہیں،

Sr.No.	واسطہ	انحراف نما	فاضل زاویہ
1	پانی	1.33	48^0 - 36'

2	ایتھل الکوحل	1.36	$47^0 - 23'$
3	کوارٹز	1.46	$43^0 - 23'$
4	پولی تھین	1.50	$41^0 - 81'$
5	کراؤن گلاس	1.52	$41^0 - 14'$
6	کثیف شیشہ	1.66	$37^0 - 05'$

مجموعی اندرونی انعکاس(Total Internal Reflection):۔

جب کوشعاع کو کثیف واسطے (مثلاً مائع) سے لطیف واسطے (مثلاً ہوا) میں داخل کیا جاتا ہے،تب شعاع ِ منخرفہ کا جھکاؤ عمود سے باہر کی جانب ہوتا ہے۔یعنی زاویہ منخرفہ کی قیمت ہمیشہ زاویہ وقوع سے زیادہ ہوتی ہے۔ ایسی حالت میں اگر شعاع وقوع کو فاضل زاویہ(Critical Angle) سے وقوع پزیر کیا جائے تو زاویہ منخرفہ کی قیمت 90^0 حاصل ہوتی ہے۔یعنی شعاع منخرفہ مائع کی سطح پر متوازی حاصل ہوتی ہے۔اگر زاویہ وقوع کی قیمت کو مزید بڑھا دیا جائے،یعنی 90^0 سے زیادہ کیا جائے، تو شعاع منخرفہ ہوا میں داخل نہیں ہو پاتی ہے بلکہ واپس مائع ہی میں منعکس ہوجاتی ہے۔اِس عمل کو مجموعی اندرونی انعکاس کہتے ہیں۔

درج ِ بالا خاکہ سے ظاہر ہوتا ہے کہ،جب نور کی ایک شعاع کثیف واسطے سے لطیف واسطے میں اِس طرح سے داخل ہوتی ہے کہ اُس کا زاویہ وقوع، فاضل زاویہ سے بڑا ہو تو وہ شعاع مجموعی طور پر واپس اُسی کثیف واسطے میں منعکس ہوجاتی ہے۔اِس مظہر کو مجموعی اندرونی انعکاس کہتے ہیں۔

مجموعی اندرونی انعکاس کو حاصل کرنے کی دو اہم شرائط ہیں۔

(1) نور کی شعاع نے ہمیشہ کثیف واسطے سے لطیف واسطے میں داخل ہونا چاہیئے۔

(2) کثیف واسطے میں نور کی شعاع کے ذریعے بننے والا زاویہ وقوع ہمیشہ، فاضل زاویہ سے بڑا ہونا چاہیئے۔

مجموعی اندرونی انعکاس کے اہم اطلاق:۔(Applications of Total Internal Reflection)

مجموعی اندرونی انعکاس کے اہم اطلاق درج ِ ذیل ہیں۔

(1) انعکاسی منشور(reflecting prisms)تیار کرنا:۔

عام طور پر ہوا کی مناسبت سے شیشہ کا انعطاف نما 1.5 ہوتا ہے۔اسی لئے،

$$^{a}\mu_{g} = 1.5$$

ایسی حالت میں فاضل زاویہ درج ِ ذیل ہوتا ہے۔

$$\sin(i_c) = \frac{1}{^{a}\mu_{g}}$$

$$\sin(i_c) = \frac{1}{1.5}$$

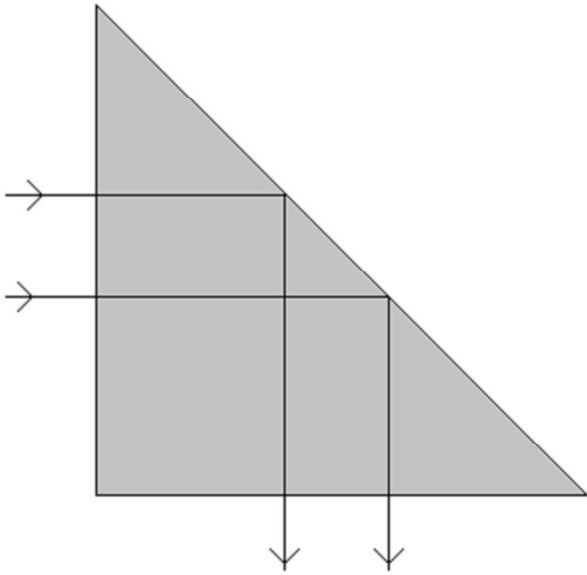
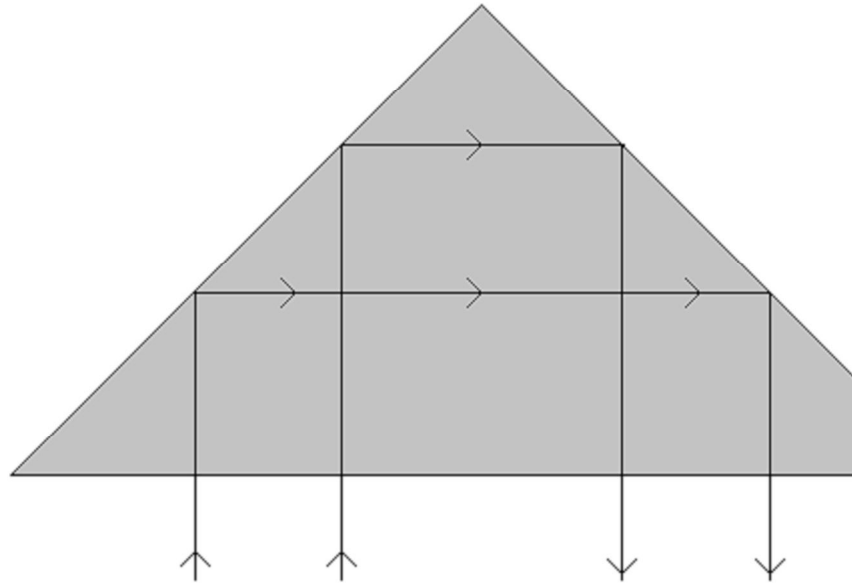
$$i_c = \sin^{-1}(\frac{1}{1.5})$$

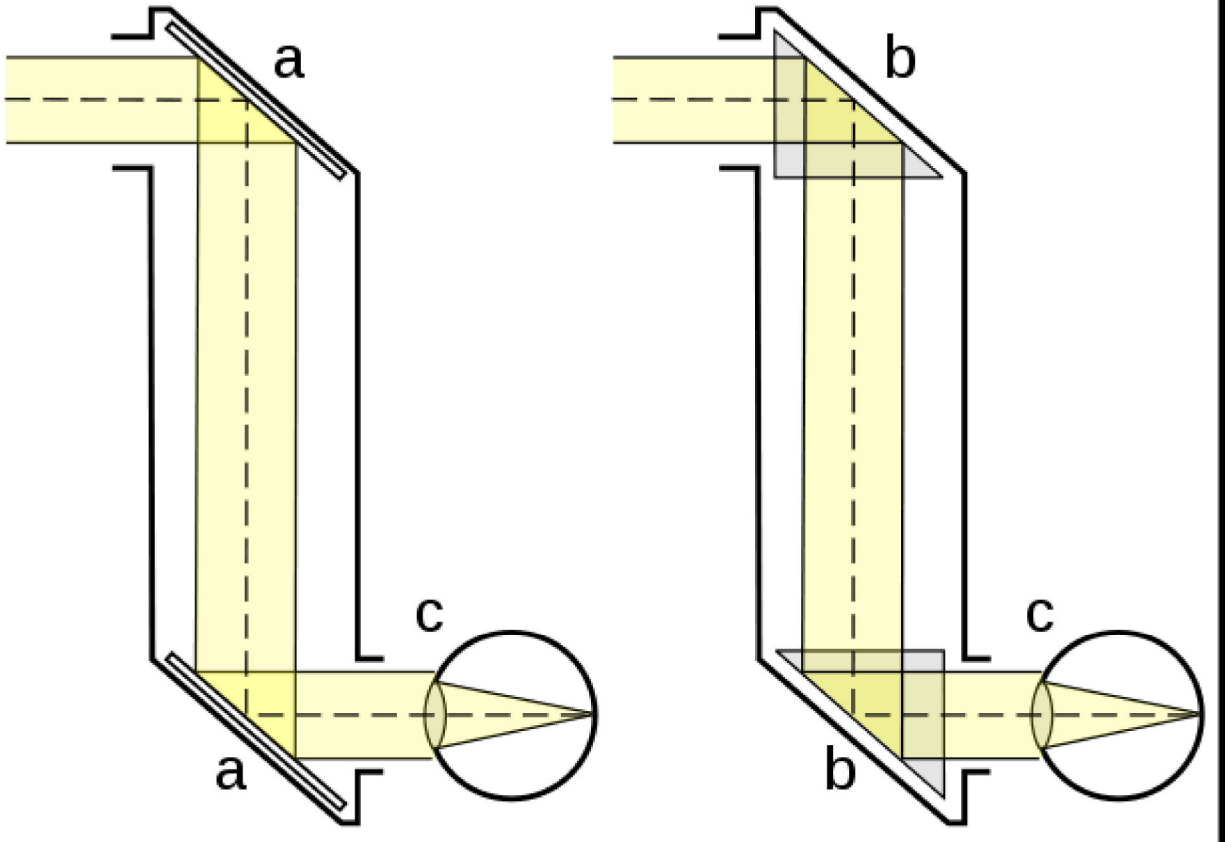
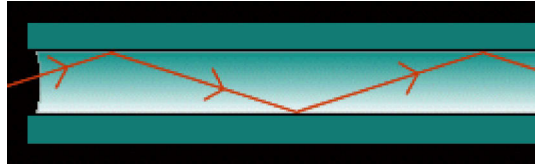
$$i_c = \sin^{-1}(0.6667)$$

$$i_c = 41.82^o$$

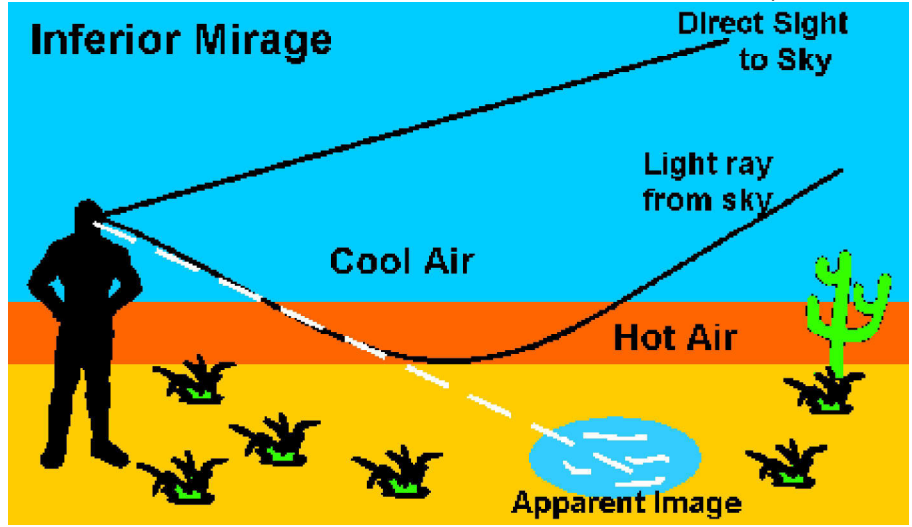
$$i_c \approx 42^o$$

چونکہ $i_c < 45^o$ ہے،اسی لئے کسی بھی قائم منشور کو مکمل انعکاسی منشور کے طور پر استعمال کیا جاسکتا ہے۔درج ِ بالا خاکہ میں دکھایا گیا ہے کہ کس طرح منشور کو استعمال

کر کے نور کی شعاعوں کو 90^o یا 180^o زاویوں سے منعکس کیا جا سکتا ہے۔

(2) Periscope میں مکمل طور پر انعکاسی منشور استعمال کئے جاتے ہیں، جو کہ نور کی شعاعوں کو 90^o سے منعکس کر سکتے ہیں۔ Periscope کا استعمال عام طور پر پانی کی سطح کے اندر چھپ کر، پانی کی سطح کے باہر کے مناظر کو دیکھنے (یعنی جاسوسی کرنے) کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ اِسے درج ِ ذیل خاکہ میں دکھایا گیا ہے۔

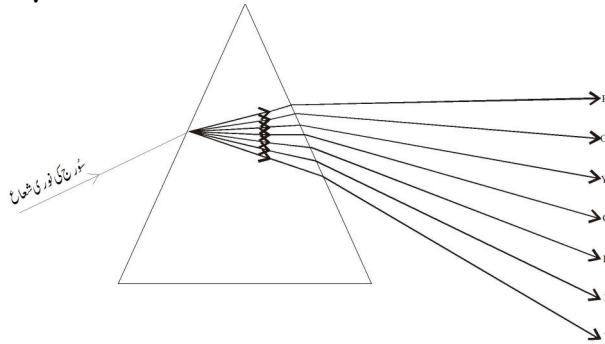
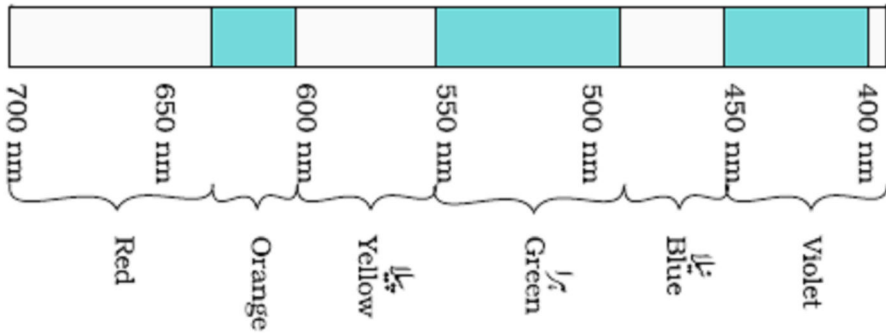
(3) بصری ریشے (Optical Fibres) کا طریقہ کار مجموعی اندرونی انعکاس پر منحصر ہوتا ہے۔ اِسے درج ِ ذیل خاکہ میں دکھایا گیا ہے۔

بصری ریشہ (Optical Fibres) میں نور کی ایک شعاع کو ایک جانب سے اندر داخل کیا جاتا ہے۔ یہ شعاع اندر ہی اندر مجموعی اندرونی انعکاس کے ذریعے، آگے کی جانب منعکس ہو کر بڑھتی چلی جاتی ہے۔ اِس طرح بہت ہی کم وقت میں اور بغیر کسی نقص ونقصان کے، معلومات کو، نوری سگنل کی شکل میں، ایک مقام سے دوسرے مقام تک پہونچایا جاتا ہے۔

(4) سُراب (Mirage) کا تیار ہونا:۔ گرمیوں کے دنوں میں، زمین کے قریب کی ہوا کا درجہ حرارت بڑھ جاتا ہے۔ اُس کی کثافت کم ہو جاتی ہے۔ اُسی طرح سے ہوا کا انعطاف نما بھی کم ہو جاتا ہے۔ ایسی حالت میں، نور کی شعاعوں کو انحراف عمود سے باہر کی جانب ہونے لگتا ہے۔ اگر نور کی شعاعوں کی زاویہ وقوع، فاضل زاویہ سے بڑا ہو جائے تو مجموعی اندرونی انعکاس واقع ہو جاتا ہے۔ ایسی حالت میں، کسی بھی ٹھوس جسم کی عکس، اُلٹا دکھائی دیتا ہے۔ ایسا لگتا ہے جیسے وہاں پانی کا ذخیرہ موجود ہو اور اُس میں تمام اشیاء کا اُلٹا انعکاس دکھائی دینے لگتا ہے۔ اِس عمل کو سُراب (Mirage) کہا جاتا ہے۔

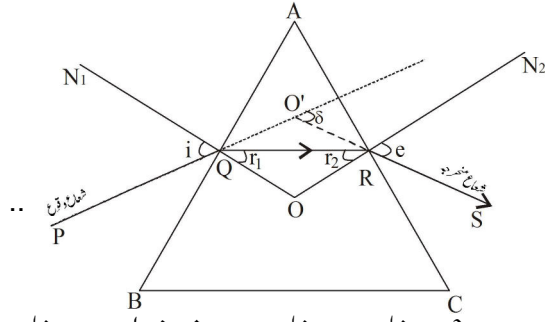
اِس عمل کی وجہ سے اکثر اوقات ریگستان میں، نہایت گرمیوں کے موسم میں، دور دراز علاقے میں پانی کے ذخیرے کی موجودگی کا بھرم ہونے لگتا ہے۔ جبکہ حقیقتاً وہاں پانی کا کوئی ذخیرہ موجود نہیں ہوتا ہے۔

انتشارِ نور (Dispersion of Light):۔

جب نور کی شعاع، کسی منشور (Prism) میں سے گزاری جاتی ہے تب وہ نوری شعاع، اس میں موجود مختلف رنگوں میں منتشر ہو جاتی ہے۔ نوری شعاع کے منشور میں گزرنے پر اس طرح سے منتشر ہو جانے کے عمل کو انتشارِ نور کہا جاتا ہے۔

مثال کے طور پر سورج کی نوری شعاع جب منشور میں سے گزرتی ہے تب سات مختلف رنگوں میں منتشر ہو جاتی ہے۔

اسی طرح انتشارِ نور کے عمل کے ذریعے ثابت ہو جاتا ہے کہ سورج کی روشنی سات مختلف رنگوں سے ملکر بنی ہوتی ہے۔

درج بالا خاکہ سے ظاہر ہوتا ہے کہ کانچ کے منشور (Prism) پر جب سفید روشنی وقوع پزیر ہوتی ہے، تب اُس روشنی کی سات مختلف رنگوں میں تقسیم ہو جاتی ہے۔ رنگوں کی پٹی کے دونوں سروں پر ظاہر ہونے والے رنگوں پر غور کریں تو دکھائی دیتا ہے کہ بنفشی، بینگنی، نیلا، سبز، زرد، نارنجی اور سُرخ رنگ دکھائی دیتے ہیں۔ اِن تمام رنگوں کی ترتیب کو، انگریزی لفظ VIBGYOR کے ذریعے یاد رکھا جاسکتا ہے۔ روشنی کی شعاع کے رنگین حصوں کی پٹی کو طیف (Spectrum) کہا جاتا ہے۔ روشنی کا اُس کے اجزائی رنگوں میں تقسیم ہو جانا یا ٹوٹنا انتشارِ نور (Dispersion of Light) کہلاتا ہے۔ نور کے مختلف رنگوں کے طولِ موج اور تواتر کی سعت (Range) درجِ ذیل ہے۔

اِس خاکہ سے ظاہر ہوتا ہے کہ سُرخ روشنی کا طولِ موج سب سے زیادہ ہوتا ہے۔ اور بنفشی روشنی کا طولِ موج سب سے کم ہوتا ہے۔

نوٹ:۔ ایسی روشنی جس کا طولِ موج سرخ روشنی کے طولِ موج سے زیادہ ہوا سے زیرِ سرخ روشنی (Infra Red Light) کہتے ہیں۔ اور جس روشنی کا طولِ موج بنفشی روشنی سے کم ہوا سے بالا بنفشی روشنی (Ultra Violet Light) کہا جاتا ہے۔

منشوری ضابطہ (Prism Formula):۔

فرض کیجئے کہ ABC ایک منشور مثلثی کا عرضی تراشہ ہے جسمیں ضلع AB اور ضلع AC دو انحرافی سطحیں ہیں۔ ضلع AB پر بنایا گیا عمود N_1 ہے اور ضلع AC پر بنایا گیا عمود N_2 ہے۔ ضلع AB پر وقوع پذیر نوری شعاع PQ ہے جو کہ زاویہ وقوع "i" بنارہی ہے۔ یہ نوری شعاع منشور کے اندر داخل ہوکر خط QR کی جانب منخرف ہوجاتی ہے۔ نقطہ R پر اس نوری شعاع کا باہر کی جانب اخراج ہوجاتا ہے۔ اور نوری شعاع RS شعاعِ مخرجہ کہلاتی ہے۔ شعاعِ مخرجہ اور عمود N_2 کے درمیان تیار ہونے والے زاویہ "e" کو زاویہ مخرجہ (Angle of emergence) کہا جاتا ہے۔

درج بالا خاکہ میں QOR میں غور کرنے پر

$$r_1 + r_2 + \angle QOR = 180^0 \text{ -----------(1)}$$

اسی طرح سے درج بالا خاکہ AQOR□ ایک متوازی الاضلاع ہے۔

$$\therefore A + \angle QOR = 180^0 \text{ -----------(2)}$$

From equation (1) & (2)

$$\therefore r_1 + r_2 = A \text{ ------------(3)}$$

درج بالا خاکہ میں شعاع وقوع کی سمت اور شعاع مخرجہ کی سمت کے درمیان تیار ہونے والے زاویہ کو جھکاؤ کا زاویہ (Angle of deviation) کہا جاتا ہے۔ اسے 'δ' سے ظاہر کرتے ہیں۔

درج بالا خاکہ میں ΔQO'R کے مطابق زاویہ δ ایک خارجہ زاویہ ہے۔

$$\therefore \delta = \angle O'QR + \angle O'RQ$$

$$\delta = (i - r_1) + (e - r_2)$$

$$\delta = (i + e) - (r_1 + r_2)$$

$$(3) \Rightarrow \delta = (i + e) - A \text{ -------- (4)}$$

جب زاویہ وقوع "i" اور زاویہ مخرجہ "e" مساوی ہوتے ہیں تب جھکاؤ کا زاویہ اقل ترین ہوجاتا ہے جسے δ_m سے ظاہر کرتے ہیں۔

$$\therefore \delta\mu = (i + i) - A$$

$$\therefore \delta\mu = 2i - A$$

$$i = \frac{A + \delta m}{2} \text{ ------ (5)}$$

انحرافِ نور کیلئے Snell کے قانون کے مطابق انحراف نما (Refractive Index) درج ذیل ہوتا ہے۔

$$\mu = \frac{\sin i}{\sin r} \text{ ----------(6)}$$

فرض کیجئے کہ $r_1 = r_2 = r$

$$\therefore (3) \Rightarrow 2r = A$$

$$\therefore r = \frac{A}{2}$$

زاویہ "i" اور "r" کی قیمتیں مساوات (6) میں رکھنے پر

$$\mu = \frac{\sin\left[\frac{A + \delta m}{2}\right]}{\sin\left[\frac{A}{2}\right]}$$

اس ضابطہ کو منشوری ضابطہ Prism Formula کہا جاتا ہے۔

زاویائی انتشار (Angular Dispersion):-

جب کسی نوری شعاع کو کسی منشور میں سے گزارتے ہیں تو اس میں موجود مختلف رنگ منتشر ہوجاتے ہیں۔ دو مختلف رنگوں کے درمیان زاویائی ہٹاؤ کو زاویائی انتشار کہا جاتا ہے۔

عام طور پر کسی بھی طیف (Spectrum) میں دو انتہائی رنگوں کے درمیان فرق کو زاویائی انتشار کہا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر سورج کی روشنی کے طیف میں بنفشی رنگ اور سرخ رنگ کے درمیان زاویائی فرق زاویائی انتشار ہوتا ہے۔

$$\text{Angular Dispersion} = \delta_v - \delta_r$$

انتشاری طاقت (Dispersive Power) :۔

کسی بھی منشور کے مادے کے لئے طیف میں پائے جانے والے انتہائی رنگوں کے درمیان زاویائی انتشار اور طیف کے اوسط مقام پر پائے جانے والے رنگ کے لئے زاویائی انتشار کا تناسب مستقل ہوتا ہے۔ جسے اس منشور کی انتشاری طاقت بھی کہتے ہیں۔

سورج کی روشنی کیلئے کسی بھی منشور میں تیار ہونے والے طیف میں انتہائی رنگ سرخ اور بنفشی ہوتے ہیں جبکہ اوسط مقام پر پائے جانے والا رنگ پیلا (Yellow) ہوتا ہے۔ایسی حالت میں منشور کی انتشاری طاقت درج ذیل ہوتی ہے۔

$$\text{انتشاری طاقت}(\omega) = \frac{\delta_v - \delta_r}{\delta_y}$$

مختلف رنگوں کے لئے انحراف نما R.I. مختلف ہوتے ہیں۔انحراف نما کے روپ میں انتشاری طاقت کا ضابطہ درج ذیل ہوتا ہے۔

$$\text{انتشاری طاقت}(\omega) = \frac{\mu_v - \mu_r}{\mu_y - 1}$$

قوسِ قزح (Rainbow) :۔

برسات کے موسم میں پانی کے کروی قطروں میں سے سورج کی سفید کرنیں منتشر ہوتی ہیں۔ان شعاعوں کے منتشر ہونے، منحرف ہونے اور اندرونی انعکاس کے عمل کے ذریعے ایک قدرتی مظہر پیدا ہوتا ہے جس میں آسمان میں سات رنگوں سے بنی ایک کمان دکھائی دیتی ہے۔اس رنگین کمان کو قوسِ قزح کہتے ہیں۔

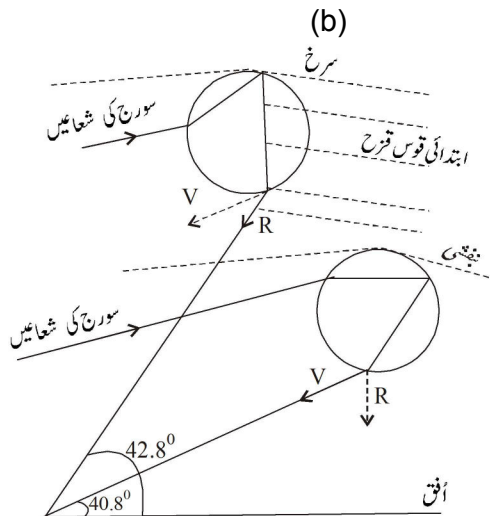
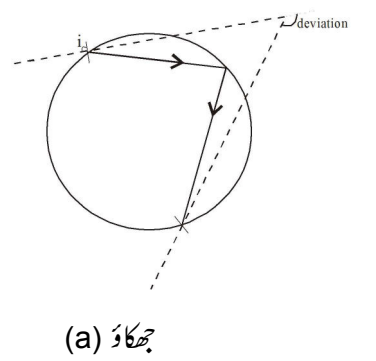
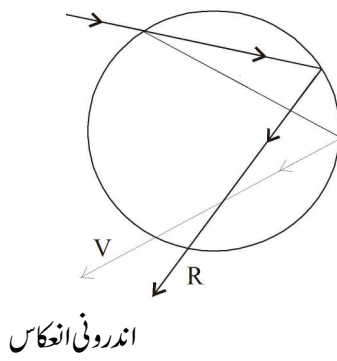
برسات کے موسم میں جب کوئی شخص سورج کی طرف پیٹھ کرکے کھڑے ہوتا ہے تب اسے آسمان میں رنگین طیف دکھائی دیتا ہے۔اس طیف میں باہری کنارے پر سرخ رنگ اور اندرونی کنارے پر بنفشی رنگ دکھائی دیتا ہے۔

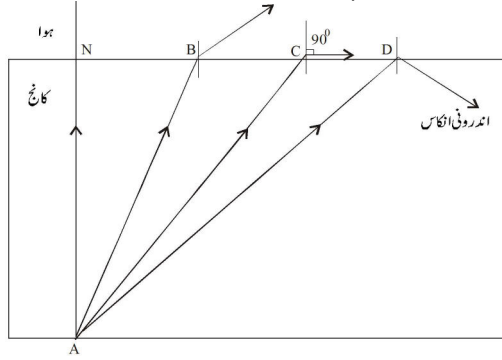
قوسِ قزح میں خصوصی طور پر پانی کے کروی قطروں میں تین عمل پائے جاتے ہیں۔

۱۔انتشارِ نور

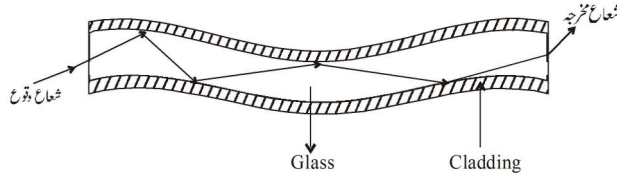
۲۔اندرونی انعکاسِ نور

۳۔انحرافِ نور

ان تینوں اعمال کو درج ذیل خاکے میں دکھایا گیا ہے۔

چند اہم اصطلاحات:۔

۱۔مجموعی اندرونی انعکاس (Total Internal Reflection) :۔ جب نور کی شعاع کثیف واسطے (پانی) سے لطیف (ہوا) میں داخل ہوتی ہے تو منحرفہ شعاع عمود سے باہر کی جانب جھکی ہوئی حاصل ہوتی ہے اس طرح سے زاویہء منحرفہ (r) کی قیمت ہمیشہ زاویہء وقوع (i) سے زیادہ ہوتی ہے۔اگر زاویہء وقوع کی قیمت کو ایک مخصوص حد سے زیادہ بڑھا دیا جائے تو زاویہء منحرفہ 90^0 درجہ زاویہ سے زیادہ بڑھ جاتا ہے عملی طور پر اس حالت میں انحراف نور کا عمل واقع نہیں ہوتا ہے۔بلکہ اندرونی طور پر انعکاس کا عمل حاصل ہوتا ہے۔اس حالت کو اندرونی مجموعی انعکاس کہتے ہیں۔اسے درج ذیل خاکے میں دکھایا گیا ہے۔

درج ذیل بالا خاکے میں نقطہ A منبع نور ہے جہاں سے نور کی شعاعیں خارج ہو رہی ہے اور کانچ سے نکل کر ہوا میں انحراف نور زاویہء منحرفہ 90^0 پیمائش کا ہے۔اور نقطہ D ایک ایسی حالت ہے جہاں زاویہ منحرفہ 90^0 پیمائش سے زیادہ ہے۔یعنی نقطہ D پر انحراف کا عمل ہو رہا ہے بلکہ انعکاس ہو رہا ہے۔

۲۔نوری ریشے (Optical Fibre):۔ 1870 میں ایک برطانوی سائنسداں John Tyndall نے دریافت کیا کہ اگر نور کی شعاعوں کو پانی کی مہین دھار کے ساتھ گزارا جائے تو نور کی شعاعیں منحنی راستے سے بھی گزر سکتی ہیں۔یہ عمل درحقیقت نور کے مجموعی اندرونی انعکاس کے نتیجے میں ممکن ہوتا ہے۔اسی حقیقت کی بنیاد پر آج کے اس ترقی یافتہ مواصلاتی دور میں نوری ریشے تیار کئے گئے ہیں۔

بڑے پیمانے پر خالص کانچ یا Quartz قلموں سے بنے ہیں ریشے نما نلی کو Optical Fibre کہا جاتا ہے۔اس نلی کو ایک مخصوص حفاظتی غلاف سے لپیٹا جاتا ہے۔جسے Cladding کہتے ہیں۔جب نور کی شعاع اس نلی کے ایک سرے سے اندر داخل کی جاتی ہے تو اس نلی کے اندر اندرونی انعکاس کا عمل ہونے لگتا ہے۔جس کے نتیجے میں نور کی شعاع اندر ہی اندر منعکس ہوتے ہوئے دوسرے مقام تک پہنچ جاتی ہے۔اسطرح سے نوری ریشے کو استعمال کر کے نوری شعاع کو ایک جگہ سے دوسری جگہ پہچانے کے لئے استعمال کرتے ہیں۔

سیارچے کے ذریعے ہونے والے مواصلاتی نظام میں معلومات (Signal) کو بہت زیادہ تواتر کی برقی مقناطیسی لہروں میں تبدیل کر کے دور دراز علاقوں میں پہنچایا جاتا ہے۔نور کی تواتر بہت زیادہ (تقریباً 10^{14}Hz) کے برابر ہوتی ہے۔اسی لئے Signal کو نور کی شعاعوں میں ایک مقام سے دوسرے مقام تک بہت تیزی سے پہنچایا جاسکتا ہے۔لیکن یہ عمل براہ راست ممکن نہیں ہوتا کیونکہ نور کی شعاعیں کرۂ فضا میں موجود دھول کے ذرات یا دھواں یا پانی کے قطروں میں آسانی سے جذب ہوسکتا ہے۔جس کے نتیجے میں معلومات ضائع ہوسکتی ہے۔اسی لئے نور کی شعاعوں کو Optical Fibre کے ذریعے ایک جگہ سے دوسری جگہ بے انتہا تیزی سے پہنچایا جاتا ہے۔اسطرح سے Signal کو مواصلاتی نظام میں Optical Fibre کو استعمال کر کے ایک جگہ سے دوسری پہنچاتے ہیں۔

۳۔نور کی پراگندگی (Scattering of Light):۔ جب نور کی شعاعیں ہوا میں موجود دھول کے ذرات سے ٹکراتی ہے تو ہر ممکن سمت میں بکھر جاتی ہے۔نور کی شعاعوں میں پائے جانے والے اس مظہر کو نور کی پراگندگی کہتے ہے۔مثال کے طور پر اگر کسی کمرے میں مکمل طور پر اندھیرا ہوا اور چھت میں موجود باریک سوراخ سے سورج کی کرن کمرے میں داخل ہو تو اس کرن میں دھول کے باریک باریک ذرات بے ترتیب حرکت کرتے ہوئے دکھائی دیتے ہیں۔دھول کے یہ ذرات درحقیقت نور کی شعاعوں کو ہر ممکن سمت میں پھیلانے کی کوشش کرتے ہیں۔دھول کے ذرات کے ذریعے نور کی شعاعوں کے اس طرح بکھرنے کے عمل کو نور کی پراگندگی کہا جاتا ہے۔

Rayleigh نامی سائنسداں نے ثابت کیا ہے کہ اگر دھول کے ذرات انتہائی باریک ہوں یا نور کے طول موج سے مشابہ ہوں تو Selective Scattering ممکن ہوتی ہے یعنی نور کی پراگندگی کو ایک مخصوص سمت میں حاصل کیا جاسکتا ہے۔Rayleigh کے مطابق پراگندہ نور کی حدّت (شدّت) ہمیشہ طول موج کے چوتھے قوت نما سے معکوس تناسب میں ہوتی ہے۔

$$\text{پراگندہ نور کی حدت} \propto \left(\frac{1}{\lambda}\right)^4$$

۴۔آسمان کا نیلاپن:۔ Reyleigh نامی سائنسداں کے مطابق پراگندہ نور کی حدّت ہمیشہ طول موج کے چوتھے قوت نما سے معکوس تناسب میں ہوتی ہے۔

$$\text{پراگندہ نور کی حدت} \propto \left(\frac{1}{\lambda}\right)^4$$

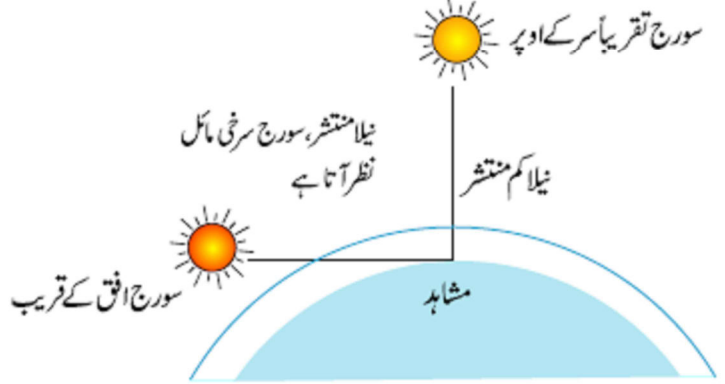
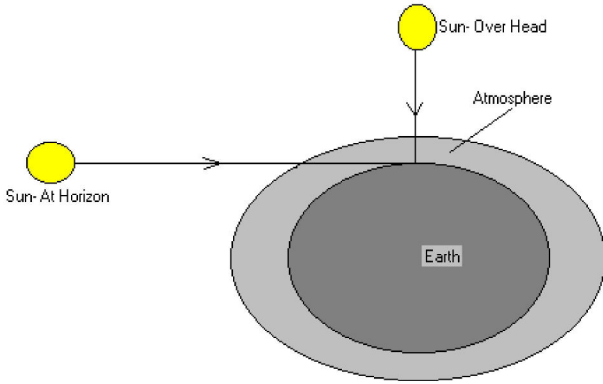
اس ضابطے سے ثابت ہوتا ہے کہ اگر نور کا طول موج کم ہو تو پراگندہ نور کی حدّت زیادہ ہوتی ہے۔

سورج کے طیف میں پائے جانے والے سات رنگوں میں بنفشی رنگ کا طول موج سب سے کم ہوتا ہے۔اسی لئے اس رنگ کی پراگندگی کی حدّت بہت زیادہ ہوتی ہے جب سورج کی شعاعیں کرۂ فضاء میں موجود دھول کے ذرات سے پراگندہ ہوتی ہیں تو ہونے والی روشنی میں بنفشی رنگ یا نیلے رنگ کا علاقہ بڑے پیمانے پر پایا جاتا ہے۔

اس لئے عام حالت میں سطحِ زمین سے دیکھنے پر آسمان ہلکا نیلا دکھائی دیتا ہے۔

۵۔صبح اور شام کے وقت سورج کے رنگ:۔ جب سورج زمین کی سطح میں عموداً اوپر موجود ہو تو سورج کی شعاعیں کرۂ فضاء میں عموداً کم سے کم فاصلہ طے کر کے سطحِ زمین تک پہنچتی ہے۔اس حالت میں سورج کی سفید روشنی بڑے پیمانے پر نیلے رنگ میں پراگندہ ہو جاتی ہے جس کی وجہ سے آسمان نیلا دکھائی دیتا ہے اور سورج سفید دکھائی دیتا ہے۔

صبح یا شام کے وقت، سورج سے آنے والی شعاعیں کرۂ فضاء میں بہت زیادہ فاصلہ طے کرتے ہوئے سطحِ زمین تک پہنچتی ہیں۔اس حالت میں سورج کی شعاعوں کو بڑے پیمانے پر ترچھے راستے سے گزرنا ہوتا ہے۔اسی لئے سطحِ زمین سے دیکھنے پر سفید روشنی اور نیلی روشنی کا فرق یعنی سرخ روشنی دکھائی دیتی ہے۔اسی لئے طلوعِ آفتاب یا غروبِ آفتاب کے وقت سورج سرخ دکھائی دیتا ہے۔ایسی حالت میں سورج کی شعاعیں بادلوں پر منعکس ہو تو بادل بھی سرخ دکھائی دینے لگتے ہیں۔اسی لئے صبح اور شام کے اوقات میں اُفق کا رنگ سرخی مائل ہوتا ہے، جسے عام طور پر شفق کہا جاتا ہے۔

اسے درج ذیل خاکہ میں دکھایا گیا ہے ،

فضا میں موجود ہوا کے سالمات اور دوسرے مہین ذرات کی جسامت مرئی روشنی کے مقابلے نیلے سرے پر کم طولِ موج کی روشنی کو زیادہ موثر طریقے سے منتشر کرتے ہیں۔ سرخ روشنی کا طول موج نیلے رنگ کی روشنی کے طول موج کا تقریباً 1.8 گنا ہوتا ہے۔اِس طرح جب سورج کی روشنی کرہ باد سے ہو کر گزرتی ہے تو ہوا میں موجود باریک ذرات سرخ رنگ کی روشنی کے مقابلے نیلے رنگ کی روشنی (کم طولِ موج) کو زیادہ منتشر کرتے ہیں۔منتشر ہونے والی نیلے رنگ کی روشنی ہماری آنکھوں میں پہنچتی ہے۔اگر زمین پر کرہ باد نہیں ہوتا تو کسی قسم کا انتشار نہیں ہوتا اور آسمان سیاہ رنگ کا نظر آتا۔ طلوعِ آفتاب یا غروبِ آفتاب کے وقت اُفق کے قریب سورج کی روشنی ہماری آنکھوں تک پہنچنے سے پہلے زمین کی فضا میں ہوا کی موٹی پرتوں کے درمیان ایک طویل فاصلہ طے کرتی ہے۔حالانکہ سر کے اُوپر موجود سورج کی روشنی نسبتاً کم فاصلہ طے کرتی ہے۔دوپہر کے وقت سورج سفید دکھائی دیتا ہے۔کیونکہ اُس وقت نیلا اور بنفشی رنگ بہت کم منتشر ہوتا ہے۔اُفق کے قریب زیادہ تر نیلی روشنی اور کم طول موج کی روشنی لمبائیاں ذرات کے ذریعہ دور منتشر کردی جاتی ہیں۔اِس لئے وہ روشنی جو ہماری آنکھوں تک پہنچتی ہے زیادہ طول موج لمبائی والی ہوتی ہے۔اسی وجہ سے سورج سرخ نظر آتا ہے۔

Numerical Problems

عددی سوالات

سوال نمبر(1):۔ نور کی ایک شعاع پانی کی سطح پر 70^o پیمائش کا زاویہ بناتے ہوئے وقوع پزیر ہورہی ہے۔ اگر پانی میں داخل ہوتے وقت، نور کی یہ شعاع عمود کی جانب 25^o پیمائش کا جھکاؤ کا زاویہ بناتی ہو تو پانی کا انعطافی اِشاریہ محسوب کیجئے۔

جواب:۔دیا ہوا ہے کہ،

$$\measuredangle i = 70^o$$

$$\measuredangle \delta = 25^o$$

انعطافِ نور کے لئے، جھکاؤ کا زاویہ درجِ ذیل ہوتا ہے۔

$$\measuredangle \delta = \measuredangle i - \measuredangle r$$

$$25^o = 70^o - \measuredangle r$$

$$\measuredangle r = 70^o - 25^o$$

$$\therefore \measuredangle r = 45^o$$

Snell کے قانون کے مطابق،

$$\mu = \frac{\sin(i)}{\sin(r)}$$

$$\mu = \frac{\sin(70^o)}{\sin(45^o)}$$

$$\mu = \frac{0.9397}{0.7071}$$

$$\mu = 1.33$$

سوال نمبر(2):۔ ایک شفاف مادّے کے لئے فاضل زاویہ کی قیمت 49^o ہے۔اُس شفاف مادّے میں روشنی کی رفتار محسوب کیجئے۔

جواب:۔دیا ہوا ہے کہ،

$$i_c = 49^o$$

$$V_m = ?$$

فاضل زاویہ اور انعطافی اِشاریہ کے درمیان درج ذیل تعلق ہوتا ہے۔

$$\mu = \frac{1}{\sin(i_c)}$$

$$\mu = \frac{1}{\sin(49^o)}$$

$$\mu = \frac{1}{0.7547}$$

$$\mu = 1.325$$

انعطافی اِشاریہ کی تعریف کے مطابق،

$$\mu = \frac{v_1}{v_2}$$

$$\therefore 1.325 = \frac{c}{v_m}$$

$$v_m = \frac{3\times10^8}{1.325}$$

$$v_m = 2.26\times10^8 m/s$$

سوال نمبر(3):۔نور کی ایک شعاع، متساوی الاضلاع منشور(Equilateral Prism) کے ایک ضلع پر 50^o پیمائش کا زاویہ بنارہی ہے۔اگر اُس منشور کے ذریعے تیار ہونے والا جھکاؤ کا زاویہ 37^o ہو تو زاویہ اخراج(Angle of emergence) محسوب کیجئے۔

جواب:۔دیا ہوا ہے کہ،

$$\measuredangle i = 50^o$$

$$\measuredangle \delta = 37^o$$

$$\measuredangle A = 60^o$$

$$\measuredangle e = ?$$

کسی بھی منشور کے لئے، زاویہ وقوع، زاویہ اخراج کے درمیان تعلق درج ذیل ہوتا ہے۔

$$\measuredangle i + \measuredangle e = \measuredangle A + \measuredangle \delta$$

$$\measuredangle e = \measuredangle A + \measuredangle \delta - \measuredangle i$$

$$\measuredangle e = 60^o + 37^o - 50^o$$

$$\therefore \measuredangle e = 47^o$$

سوال نمبر(4):۔ایک متساوی الاضلاع منشور(Equilateral Prism) کے شیشہ کا انعطافی اشاریہ 1.62 ہے۔اُس منشور کیلئے جھکاؤ کا اقل ترین زاویہ محسوب کیجئے۔

جواب:۔دیا ہوا ہے کہ،

$$A = 60^o$$

$$\mu = 1.62$$

$$\delta_m = ?$$

$$\mu = \frac{\sin\left[\frac{A+\delta_m}{2}\right]}{\sin\left[\frac{A}{2}\right]}$$

$$\sin\left[\frac{A+\delta_m}{2}\right] = \mu \sin\left[\frac{A}{2}\right]$$

$$\sin\left[\frac{A+\delta_m}{2}\right]=1.62\times\sin\left[\frac{60^o}{2}\right]$$

$$\sin\left[\frac{A+\delta_m}{2}\right]=1.62\times\sin\left[30^o\right]$$

$$\sin\left[\frac{A+\delta_m}{2}\right]=1.62\times 1/2$$

$$\sin\left[\frac{A+\delta_m}{2}\right]=0.81$$

$$\left[\frac{A+\delta_m}{2}\right]=\sin^{-1}(0.81)$$

$$\left[\frac{A+\delta_m}{2}\right]=54^o-6^{'}$$

$$A+\delta_m=2\times 54^o-6^{'}$$

$$A+\delta_m=108^o-12^{'}$$

$$60^o+\delta_m=108^o-12^{'}$$

$$\delta_m=(108^o-12^{'})-60^o$$

$$\therefore \delta_m=48^o-12^{'}$$

سوال نمبر(5):۔ایک منشور کے مادّے کے لئے سُرخ اور بنفشی رنگوں کیلئے انعطافی اِشاریہ کی قیمتیں بالترتیب 1.72 اور 1.75 ہیں۔ اگر اُس منشور کا انحرافی زاویہ 6^o ہو تو زاویائی انتشار(Angular Dispersion) اور انتشاری طاقت(Dispersive Power) محسوب کیجئے۔

جواب:۔دیا ہوا ہے کہ،

$$\mu_r=1.75$$

$$\mu_v=1.72$$

$$A=6^o$$

$$\omega=?\ and\ \delta_v-\delta_r=?$$

(1) زاویائی انتشار(Angular Dispersion):۔

$$\delta_v-\delta_r=A(\mu_v-\mu_r)$$

$$\delta_v-\delta_r=6^o\times(1.75-1.72)$$

$$\delta_v-\delta_r=6^o\times 0.03$$

$$\delta_v-\delta_r=0.18^o$$

(2)انتشاری طاقت(Dispersive Power):۔

بنفشی رنگ اور سُرخ رنگ کے درمیان اوسط رنگ پیلا(Yellow Colour) ہوتا ہے۔ اِس پیلے رنگ کیلئے انعطافی اِشاریہ درج ذیل ہوگا۔

$$\mu_y=\frac{\mu_v+\mu_r}{2}$$

$$\mu_y=\frac{1.75+1.72}{2}$$

$$\mu_y=\frac{3.47}{2}$$

$$\mu_y=1.735$$

زاویائی انتشار کا ضابطہ درج ِ ذیل ہے۔

$$\omega=\frac{\mu_v-\mu_r}{\mu_y-1}$$

$$\omega=\frac{1.75-1.72}{1.735-1}$$

$$\omega=\frac{0.03}{0.735}$$

$$\omega=0.0408$$

سوال نمبر(6):۔ایک مخصوص منشور کے لئے جھکاؤ کا اقل ترین زاویہ(Minimum Deviation Angle) اور منشور کا انحرافی زاویہ(Angle of refraction) مساوی

ہیں۔ اُس منشور کے مادّے کیلئے انعطافی اشاریہ 1.7 ہے۔درج ِ ذیل اصطلاحات کی قیمتیں محسوب کیجئے۔

(۱) اقل ترین جھکاؤ کا زاویہ (۲) جھکاؤ کے اقل ترین زاویہ کے وقت زاویہ وقوع

جواب:۔دیا ہوا ہے کہ،

$$A = \delta_m$$

$$\mu = 1.7$$

$$\delta_m = ? \text{ اور } \measuredangle i = ?$$

$$\mu = \frac{\sin\left[\frac{A+\delta_m}{2}\right]}{\sin\left[\frac{A}{2}\right]}$$

$$\mu = \frac{\sin\left[\frac{A+A}{2}\right]}{\sin\left[\frac{A}{2}\right]}$$

$$\mu = \frac{\sin[A]}{\sin\left[\frac{A}{2}\right]}$$

$$\mu = \frac{2\sin\left[\frac{A}{2}\right].\cos\left[\frac{A}{2}\right]}{\sin\left[\frac{A}{2}\right]}$$

$$\mu = 2.\cos\left[\frac{A}{2}\right]$$

$$\cos\left[\frac{A}{2}\right] = \frac{\mu}{2}$$

$$\cos\left[\frac{A}{2}\right] = \frac{1.7}{2}$$

$$\cos\left[\frac{A}{2}\right] = 0.85$$

$$\left[\frac{A}{2}\right] = \cos^{-1}(0.85)$$

$$A = 2\times(31^o47')$$

$$A = 63^o34'$$

$$A = \delta_m \text{ دیا ہوا ہے کہ}$$

$$\delta_m = 63^o34'$$

سوال نمبر(7):۔نور کا طول ِ موج، پانی میں اور شیشہ میں بالترتیب 4000A. U. اور 2500A. U. ہیں۔پانی کی مناسبت سے شیشہ کا انعطافی اِشاریہ محسوب کیجئے۔

جواب:۔دیا ہوا ہے کہ،

$$\lambda_w = 4000^o A$$

$$\lambda_g = 2500^o A$$

$${}^w\mu_g = ?$$

$${}^w\mu_g = \frac{\lambda_w}{\lambda_g}$$

$${}^w\mu_g = \frac{4000}{2500}$$

$${}^w\mu_g = 1.6$$

سوال نمبر(8):۔ایک متساوی الاضلاع منشور کیلئے جھکاؤ کا اقل ترین زاویہ 30^o ہے۔اگر خلاء میں نور کی رفتار $3\times10^8\, m/s$ ہو تو شیشہ میں نور کی رفتار معلوم کیجئے۔

جواب:۔دیا ہوا ہے کہ،

$$A = 60^o$$

$$\delta_m = 30^o$$

$$c = 3\times10^8 m/s$$

$$v_g = ?$$

$$\mu = \frac{\sin\left[\frac{A+\delta_m}{2}\right]}{\sin\left[\frac{A}{2}\right]}$$

$$\mu = \frac{\sin\left[\frac{60+30}{2}\right]}{\sin\left[\frac{60}{2}\right]}$$

$$\mu = \frac{\sin[45]}{\sin[30]}$$

$$\mu = \frac{1/\sqrt{2}}{1/2}$$

$$\mu = \sqrt{2}$$

$$\mu = 1.414$$

اسنیل کے قانون کے مطابق، انعطافی اشاریہ درج ذیل ہوتا ہے۔

$$\mu = \frac{c}{v_g}$$

$$v_g = \frac{c}{\mu}$$

$$v_g = \frac{3\times10^8}{1.414}$$

$$v_g = 2.12\times10^8 m/s$$

سوال نمبر(9):۔شیشہ کے ایک منشور کا جھکاؤ کا اقل ترین زاویہ 40^o ہے۔اُس منشور کیلئے منشوری انحرافی زاویہ 60^o ہے۔اُس منشور کو پانی میں رکھا گیا جس کا انعطافی اِشاریہ 1.33 ہے۔اُس منشور کے لئے جھکاؤ کے اقل ترین زاویہ کی نئی قیمت کیا ہوگی؟

جواب:۔دیا ہوا ہے کہ،

$$A = 60^o$$

$$\delta_m = 40^o$$

$$\mu_w = 1.33$$

$$\delta_m' = ?$$

$$^a\mu_g = \frac{\sin\left[\frac{A+\delta_m}{2}\right]}{\sin\left[\frac{A}{2}\right]}$$

$$^a\mu_g = \frac{\sin\left[\frac{60+40}{2}\right]}{\sin\left[\frac{60}{2}\right]}$$

$$^a\mu_g = \frac{\sin[50]}{\sin[30]}$$

$$^a\mu_g = \frac{0.7660}{0.5000}$$

$$^a\mu_g = 1.532$$

منشور کو پانی میں ڈبونے کے بعد، انعطافی اِشاریہ درج ذیل ہوگا۔

$$^{w}\mu_g = \frac{\sin\left[\frac{A+\delta'_m}{2}\right]}{\sin\left[\frac{A}{2}\right]}$$

$$\sin\left[\frac{A+\delta'_m}{2}\right] = {}^{w}\mu_g \times \sin\left[\frac{A}{2}\right]$$

$$\sin\left[\frac{60+\delta'_m}{2}\right] = {}^{w}\mu_g \times \sin\left[\frac{60}{2}\right]$$

$$\sin\left[\frac{60+\delta'_m}{2}\right] = \frac{\mu_g}{\mu_w} \times \sin[30]$$

$$\sin\left[\frac{60+\delta'_m}{2}\right] = \frac{1.532}{1.333} \times \frac{1}{2}$$

$$\sin\left[\frac{60+\delta'_m}{2}\right] = 0.5779$$

$$\left[\frac{60+\delta'_m}{2}\right] = \sin^{-1}(0.5779)$$

$$\left[\frac{60+\delta'_m}{2}\right] = 35.10^o$$

$$60+\delta'_m = 70^o 20'$$

$$\delta'_m = 10^o 20'$$

سوال نمبر(10):۔ایک منشور کے لئے جھکاؤ کا اقل ترین زاویہ 40^o ہوتا ہے اگر زاویہ وقوع کی دو قیمتیں بالترتیب 52^o اور 48^o ہوں۔منشور کا انحرافی زاویہ محسوب کیجئے۔

جواب:۔دیا ہوا ہے کہ،

$$\delta_m = 40^o$$

$$\measuredangle i_1 = 52^o$$

$$\measuredangle i_2 = 48^o$$

$$\measuredangle A = ?$$

$$\measuredangle i_1 + \measuredangle e_1 = A + \delta = \measuredangle i_2 + \measuredangle e_2$$

چونکہ نور کا راستہ ،معکوس(Reversible)ہوتا ہے،اِس لئے زاویہ $\measuredangle i$ اور زاویہ $\measuredangle e$ کو ایک دوسرے سے تبدیل کیا جاسکتا ہے۔

چونکہ $\measuredangle i \neq \measuredangle e$ اور $\measuredangle i_1 \neq \measuredangle i_2$ اِسی لئے،

$\measuredangle i_2 = \measuredangle e_1$ اور $\measuredangle i_1 = \measuredangle e_2$

$$\therefore \measuredangle e_1 = 48^o$$

کسی بھی منشور کا منشوری انحرافی زاویہ درج ِ ذیل ہوتا ہے۔

$$A = \measuredangle i_1 + \measuredangle e_1 - \delta$$

$$A = 52 + 48 - 40$$

$$\therefore A = 60^o$$

سوال نمبر(11) سورج کی شعاعیں ،ایک جھیل کے پانی کی سطح پر 30^oC پیمائش کا زاویہ وقوع بنارہی ہیں۔اس جھیل کے پانی میں زاویہ منخرفہ معلوم کیجئے اگر پانی کے لئے انحراف نما 1.33 ہو؟

جواب:۔دیا ہوا ہے کہ

$$\measuredangle i = 30^o$$

$$\mu = 1.33$$

$$\measuredangle r = ?$$

$$\delta = ?$$

Snell کے قانون کے مطابق۔

$$\mu = \frac{\text{Sin } i}{\text{Sin } r}$$

$$\text{Sin } r = \frac{\text{Sin } i}{\mu}$$

$$= \frac{\text{Sin } 30^o}{1.33}$$

$$= \frac{1}{2.66}$$

$\text{Sin } r = 0.3759$

$\therefore r = \text{Sin}^{-1}(0.3759)$

$\therefore r = 22^o, 55$

اس انحراف کے دوران جھکاو کا زاویہ Angle of Deviation درج ذیل ہوتا ہے۔

$\delta = i - r$

$\delta = 30^o - 22^o, 5$

$\therefore \delta = 22^o, 55'$

سوال نمبر (12) ایک مائع کے لئے فاصل زاویہ کی قیمت 46° ہے اس مائع لے لئے انعطاف نما (R.T) معلوم کیجئے؟

جواب:۔ دیا ہوا ہے کہ۔

$\measuredangle i_c = 46^o$

$\mu = ?$

$$\mu = \frac{1}{\text{Sin }(i c)}$$

$$\mu = \frac{1}{\text{Sin }(46^o)}$$

$$\mu = \frac{1}{0.7193}$$

$\therefore \mu = 1.39$

سوال نمبر (13):۔ اگر شیشہ کا انعطاف نما 1.54 ہو اور پانی کا انعطاف 1.33 ہو تو شیشہ سے پانی میں داخل ہونے والی روشنی کے لئے فاضل زاویہ معلوم کیجئے؟

جواب:۔ دیا ہوا ہے کہ

$\mu_g = 1.54$

$\mu_\omega = 1.33$

$i_c = ?$

$$= \frac{\mu_\omega}{\mu g}$$

$$= \frac{1.33}{1.54}$$

$\sin i_c = 0.8636$

$\therefore i_c = \text{Sin}^{-1}(0.8636)$

$\therefore i_c = 59^o, 43$

سوال نمبر (14) ایک منشور کے لئے منشوری زاویہ 60° ہے۔ اگر اس منشور کے لئے اقل ترین جھکاو کا زاویہ 38° ہو تو منشور کا انحراف نما (Refractive Index) معلوم کیجئے؟

جواب:۔ دیا ہوا ہے کہ

$A = 60^o$

$\delta_m = 38^o$

$\mu = ?$

ضابطہ:۔

$$\mu = \frac{\text{Sin}\left[\frac{A + \delta m}{2}\right]}{\text{Sin}\left[\frac{A}{2}\right]} = \frac{\text{Sin}\left[\frac{60^\circ + 38^\circ}{2}\right]}{\text{Sin}[30^\circ]}$$

$$\mu = \frac{\text{Sin } 49^0}{\text{Sin } 30^0} = \frac{0.7547}{0.5000}$$

$\therefore \mu = 1.509$

سوال نمبر(15):۔منشور مثلثی کے لئے انعطاف نما کی قیمت 1.46 ہے اگر اس کے لئے جھکاؤ کا اقل ترین زاویہ، منشوری زاویہ کے برابر ہو تو زاویہ معلوم کیجئے؟

جواب:۔دیا ہوا ہے کہ

$$\mu = 1.46$$

$$\delta_m = A$$

$$\therefore A = ?$$

ضابطہ:

$$\mu = \frac{\operatorname{Sin}\left[\frac{A+\delta m}{2}\right]}{\operatorname{Sin}\left[\frac{A}{2}\right]}$$

$$1.46 = \frac{\operatorname{Sin}\left[\frac{A+A}{2}\right]}{\operatorname{Sin}\left[\frac{A}{2}\right]} \quad = \frac{\operatorname{Sin}[A]}{\operatorname{Sin}\left[\frac{A}{2}\right]} \quad 1.46 = \frac{2.\operatorname{Sin}\left[\frac{A}{2}\right].\operatorname{Cos}\left[\frac{A}{2}\right]}{\operatorname{Sin}\left[\frac{A}{2}\right]}.$$

$$\therefore 1.46 = 2.\operatorname{Cos}\left[\frac{A}{2}\right] \quad \therefore \operatorname{Cos}\left[\frac{A}{2}\right] = \left[\frac{1.46}{2}\right]$$

$$\therefore \operatorname{Cos}\left[\frac{A}{2}\right] = 0.75 \quad \frac{A}{2} = \operatorname{Cos}^{-1}(0.73)$$

$$\frac{A}{2} = 43^0 \quad A = 86^0$$

متبادل انتخابی سوالات

(Multiple Choice Questions)

سوال نمبر(1):۔ جب نور کی شعاع ایک وسیلہ سے دوسرے وسیلے میں داخل ہوتی ہے، تب اُس کا راستہ ترچھا ہو جاتا ہے۔اِس عمل کو۔۔۔۔۔۔کہا جاتا ہے۔

(a) ترسیلِ نور　　(b) انعکاسِ نور

(c) انکسارِ نور　　(d) انحرافِ نور

سوال نمبر(2):۔ پہلے وسیلے میں زاویہ وقوع کے سائن اور دوسرے وسیلے میں زاویہ انحراف کے سائن کا تناسب۔۔۔۔۔۔کہلاتا ہے۔

(a) ترسیلی اِشاریہ　　(b) انعطافی اِشاریہ

(c) انکساری اِشاریہ　　(d) انعکاسی اِشاریہ

سوال نمبر(3):۔ اِنحراف نور کیلئے اسنیل کا قانون۔۔۔۔۔۔ہوتا ہے۔

(a) $\mu = \frac{\sin(i)}{\sin(r)}$　　(b) $\mu = \frac{\sin(r)}{\sin(i)}$

(c) $\mu = \frac{\cos(r)}{\cos(i)}$　　(d) $\mu = \frac{\cos(i)}{\cos(r)}$

سوال نمبر(4):۔ اِنعطافی اِشاریہ(refractive index) کی قیمت ہمیشہ۔۔۔۔۔۔۔ہوتی ہے۔

(a) دوسرے وسیلے میں نور کی رفتار اور پہلے وسیلے میں نور کی رفتار کا تناسب کے مساوی

(b) پہلے وسیلے میں نور کی تواتر اور دوسرے وسیلے میں نور کی تواتر کا تناسب کے مساوی

(c) پہلے وسیلے میں نور کی حیطہ اور دوسرے وسیلے میں نور کی حیطہ کا تناسب کے مساوی

(d) پہلے وسیلے میں نور کی رفتار اور دوسرے وسیلے میں نور کی رفتار کا تناسب کے مساوی

سوال نمبر(5):۔ مطلق انعطافی اِشاریہ(Absolute Refractive Index) سے کیا مراد ہے؟

(a) خلاء میں نور کی رفتار اور دوسرے وسیلے میں نور کی رفتار کے تناسب کے مساوی

(b) خلاء میں نور کی تواتر اور دوسرے وسیلے میں نور کی تواتر کے تناسب کے مساوی

(c) خلاء میں نور کے حیطہ اور دوسرے وسیلے میں نور کے حیطہ کے تناسب کے مساوی

(d) پہلے وسیلے میں نور کی رفتار اور خلاء میں نور کی رفتار کے تناسب کے مساوی

سوال نمبر(6):۔ اگر ہوا میں نور کی رفتار $3\times10^8 m/s$ ہو اور ایک شیشہ میں نور کی رفتار $2\times10^8 m/s$ ہو تو ہوا کی مناسبت سے شیشہ کا انعطاف نما۔۔۔ ہوگا۔

(a) 1 (b) 1.5

(c) 2 (d) 2.5

سوال نمبر(7):۔ اگر ہوا میں سُرخ روشنی کا طول موج $7000^o A$ ہو اور پانی کا انعطاف نما 4/3 ہو تو پانی میں اُس روشنی کا طولِ موج۔۔۔۔۔۔ ہوگا۔

(a) 5550 AU (b) 5222 AU

(c) 5250 AU (d) 5520 AU

سوال نمبر(8):۔ نور کی پراگندگی (Scattering of Light) کیلئے Rayleigh کا قانون کیا ہے؟

(a) پراگندہ نور کی حدت طولِ موج کے چوتھے قوت نما کیساتھ راست تناسب میں ہوتی ہے۔

(b) پراگندہ نور کی حدت طولِ موج کے تیسرے قوت نما کیساتھ راست تناسب میں ہوتی ہے۔

(c) پراگندہ نور کی حدت طولِ موج کے مربع (دوسرے قوت نما) کیساتھ راست تناسب میں ہوتی ہے۔

(d) پراگندہ نور کی حدت طولِ موج کے کیساتھ راست تناسب میں ہوتی ہے۔

سوال نمبر(9):۔ شیشہ کے پرزم سے حاصل ہونے والے سورج کے طیف میں سب سے زیادہ بڑے طول موج کا رنگ۔۔۔۔۔۔ ہوتا ہے۔

(a) پیلا (b) بنفشی

(c) سبز (d) سُرخ

سوال نمبر(10):۔ عام حالت میں، آسمان کے نیلے رنگ کی وضاحت۔۔۔۔۔ کی بنیاد پر کی جاسکتی ہے۔

(a) Rayleigh's Law (b) Brewster's Law

(c) Newton's Formula (d) Snell's Law

سوال نمبر(11):۔ گرمیوں کے موسم میں ریگستان یا سڑکوں پر سُراب دکھائی دیتا ہے۔ یہ مظہر عام طور پر۔۔۔۔۔۔۔ کی بنیاد پر واضح کیا جاسکتا ہے۔

(a) انعکاسِ نور (b) مجموعی اندرونی انعکاس

(c) انحرافِ نور (d) مجموعی اندرونی انحراف

سوال نمبر(12):۔ فاصل زاویہ کی تعریف۔۔۔۔؟

(a) کثیف واسطہ میں، ایسا زاویہ وقوع، جس کے لئے زاویہ انحراف کی قیمت 90^o ہو۔

(b) لطیف واسطہ میں، ایسا زاویہ وقوع، جس کے لئے زاویہ انحراف کی قیمت 90^o ہو۔

(c) کثیف واسطہ میں، ایسا زاویہ انحراف، جس کے لئے زاویہ وقوع کی قیمت 90^o ہو۔

(d) لطیف واسطہ میں، ایسا زاویہ انحراف، جس کے لئے زاویہ وقوع کی قیمت 90^o ہو۔

سوال نمبر(13):۔ اگر پانی کیلئے انحراف نما کی قیمت 1.33 ہو تو اُس کیلئے فاصل زاویہ۔۔۔۔۔۔۔ ہوتا ہے۔

(a) $45^o48'$ (b) $54^o48'$

(c) $48^o45'$ (d) $58^o54'$

سوال نمبر(14):۔ نوری ریشے (Optical Fibres) ۔۔۔۔۔۔۔۔۔ کی بنیاد پر عمل کرتے ہیں۔

(a) مجموعی اندرونی انعطاف (b) مجموعی اندرونی انعکاس

(c) مجموعی اندرونی انکسار (d) مجموعی اندرونی تداخل

سوال نمبر(15):۔ نوری ریشے (Optical Fibres) ۔۔۔۔۔۔۔۔۔ کی بنیاد پر عمل کرتے ہیں۔

(a) مجموعی اندرونی انعطاف (b) مجموعی اندرونی انعکاس

(c) مجموعی اندرونی انکسار (d) مجموعی اندرونی انتشار

سوال نمبر(16):۔ اگر زمین کے اطراف کرہ فضا نہیں ہوتا تو دن کے وقت آسمان کا رنگ۔۔۔۔۔۔ دکھائی دیتا۔

(a) کالا (b) سفید

(c) سُرخ (d) سبز

سوال نمبر(17):۔ کسی بھی منشور کیلئے، انعطافی اشا ہے۔

(a) $\sin\left(\frac{A-\delta_m}{2}\right)$ (b) $\sin\left(\frac{A-\delta_m}{2}\right)$

(c) $\mu = \frac{\sin\left(\frac{A+\delta_m}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$ (d) $\mu = \frac{\sin\left(\frac{A+\delta_m}{2}\right)}{\cos\left(\frac{A}{2}\right)}$

سوال نمبر(18):۔ پانی کی سطح پر نور کی شعاع 50^o پیمائش کا زاویۂ وقوع بنا رہی ہے۔اگر انحراف کے دوران، جھکاؤ کا زاویہ 12^o ہو تو پانی کا انعطافی اِشاریہ۔۔۔۔

(a) 1.566 (b) 1.244

(c) 1.755 (d) 1.155

سوال نمبر(19):۔ ایک شفاف انحرافی مادّے کیلئے فاضل زاویہ کی قیمت 50^o ہو تو اُس کا انعطافی اِشاریہ(Refractive Index)۔۔۔۔۔۔۔۔۔ہوگا۔

(a) 1.11 (b) 1.21

(c) 1.31 (d) 1.41

سوال نمبر(20):۔ بارش کے بعد آسمان میں رنگین قوس قزح تیار ہو جاتی ہے۔ یہ قدرتی مظہر۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔کی وجہ سے ہوتا ہے۔

(a) پانی کی بوندوں کی وجہ سے سورج کی شعاعوں کا انتشارِ نور

(b) پانی کی بوندوں کی وجہ سے سورج کی شعاعوں کا انکسارِ نور

(c) پانی کی بوندوں کی وجہ سے سورج کی شعاعوں کا انعکاسِ نور

(d) پانی کی بوندوں کی وجہ سے سورج کی شعاعوں کا انعطافِ نور

Answer Key for MCQ

Q. No. (1) - (d)	Q. No. (2) - (b)	Q. No. (3) - (a)	Q. No. (4) - (d)	Q. No. (5) - (a)
Q. No. (6) - (b)	Q. No. (7) - (c)	Q. No. (8) - (a)	Q. No. (9) - (d)	Q. No. (10) - (a)
Q. No. (11) - (b)	Q. No. (12) - (a)	Q. No. (13) - (c)	Q. No. (14) - (b)	Q. No. (15) - (d)
Q. No. (16) - (a)	Q. No. (17) - (c)	Q. No. (18) - (b)	Q. No. (19) - (c)	Q. No. (20) - (a)

☆☆☆☆☆

☆☆☆

☆

9۔ شعاعی بصریات
(Ray Optics)

بصریات کا ایک مختصر تعارف(A brief Introduction of Optics):۔

اگر کمرے میں گہرا اندھیرا ہو تو ہم اُس کمرے میں موجود کسی بھی شئے کو دیکھ نہیں پاتے ہیں۔ لیکن اگر اُس کمرے میں ہلکی سی بھی روشنی آجائے تو کمرے کی تمام تر اشیاء ہمیں دکھائی دینے لگتی ہیں۔ اِس سے صاف ظاہر ہوتا ہے کہ دُنیا میں موجود تمام چیزیں ہمیں صرف اور صرف روشنی (نور) کی وجہ سے دکھائی دیتے ہیں۔ ہم اطراف کی تمام تر چیزوں کو صرف نور کی موجودگی کی وجہ سے ہی دیکھ پاتے ہیں۔ اگر کسی کمرے میں روشنی نہ ہو تو اُس کمرے میں موجود اشیاء کو دیکھنا ممکن نہیں ہوتا ہے۔ دراصل روشنی مختلف اشیاء سے ٹکرا کر (یعنی منعکس ہو کر) ہماری آنکھوں میں پہنچتی ہے تو وہ ہمیں چیزوں کو دیکھنے کے قابل بناتی ہے۔ کچھ شفاف چیزیں (Transparent Bodies) ایسی ہوتی ہیں، جن میں سے روشنی آر پار گزر جاتی ہے۔ اِس عمل کو نور کی ترسیل (Transmission of Light) کہا جاتا ہے۔ روشنی بہت سے حیرت انگیز مظاہر دکھاتی ہے، مثلاً عدسوں کے ذریعے کسی جسم کا عکس تیار ہونا، آئینے کے ذریعے شبیہہ کا بننا، ستاروں کا ٹمٹمانا، قوس قزح کے دل نشین رنگ، کسی واسطے (Medium) کے ذریعے نور کا مُڑ جانا، وغیرہ۔

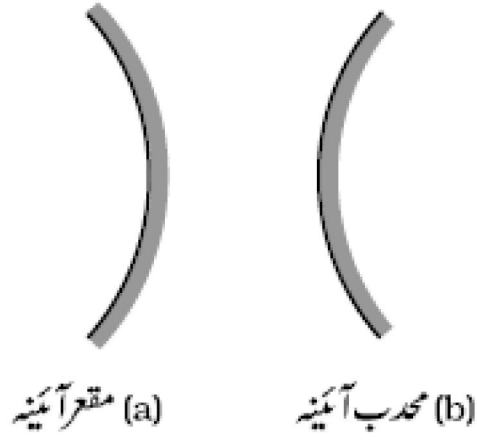
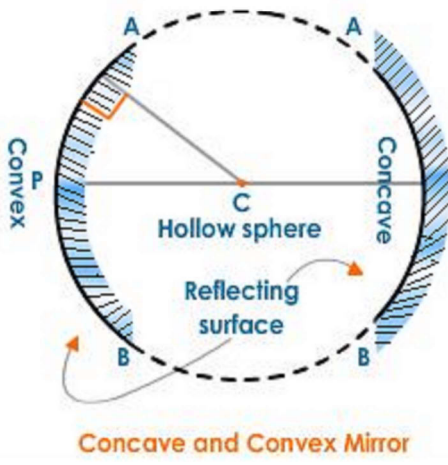
نور درحقیقت برقی مقناطیسی لہروں (Electromagnetic Waves) پر مشتمل ہوتا ہے، جس کا طولِ موج 3500A.U. سے تقریباً 7500A.U. تک ہوتا ہے۔ طولِ موج کی اِس رینج میں پائے جانے والے نور کو مرئی نور (Visible Light) کہا جاتا ہے۔ نور ہمیشہ خطِ مستقیم میں سفر کرتا ہے، جس کی رفتار 3×10^8 m/s ہوتی ہے۔ ایک مہین منبعِ نور سے نکلنے والے نور کے ذریعے طے ہونے والے خطِ مستقیمی راستے کو نور کی شعاع (Ray of Light) کہتے ہیں۔

اگر کوئی بہت چھوٹی غیر شفاف شئے نور کے راستے میں آتی ہے تو نور کی شعاع، سیدھی لائن میں نہ چل کر اُس کے چاروں طرف جھک جاتی ہے۔ نور کے ذریعے پیدا ہونے والے اِس مظہر کو انکسارِ نور (Diffraction of Light) کہا جاتا ہے۔ اِس مظہر کی وجہ سے نور کی شعاعیں، جو سیدھی لائن میں چلتی ہیں، اُن کا بصری آلات میں استعمال ناکام ہو جاتا ہے۔ انکسارِ نور کے عمل کو مکمل طور پر نظر انداز کرکے، نور کی خصوصیات کا مطالعہ، شعاعی بصریات (Ray Optics) کہلاتا ہے۔ اِس باب میں ہم کروی آئینوں (Spherical Mirrors) کے ذریعے ہونے والے انعکاسِ نور، کروی عدسوں (Spherical Lens) کے ذریعے ہونے والے انحرافِ نور اور کچھ بنیادی نوعیت کے بصری آلات (Optical Instruments) کا مطالعہ کریں گے۔

عدسہ ایک شفاف مادہ کا بنا ہوا ہوتا ہے۔ عدسہ ہمیشہ دو کروی (Spherical) منحنی سطحوں سے محصور کیا ہوا ہوتا ہے۔ دونوں سطحوں میں سے کم سے کم ایک سطح کا کروی ہونا لازمی ہوتا ہے۔ چند مخصوص حالات میں دو استوانہ نما منحنی سطحوں کو بھی استعمال کر کے عدسہ تیار کیا جاتا ہے۔ عدسہ تیار کرنے کے لئے جس شفاف مادہ کو استعمال کرتے ہیں، وہ عام طور پر شیشہ، قوارٹز قلمیں، پلاسٹک، فلورائٹ، راک سالٹ، وغیرہ وغیرہ ہوتے ہیں۔

عدسہ کے ہماری روزمرہ زندگی میں بے انتہاء اہم استعمال ہوتے ہیں۔ عدسہ کو استعمال کر کے محدب اور مقعر نما شیشے تیار کیے جاتے ہیں، جو انسانی آنکھوں کے نقائص کو دور کرنے کے لئے یا آنکھوں میں نقص کے باوجود صاف بینائی کے لئے استعمال ہوتے ہیں۔ اسی طرح سے عدسہ کو استعمال کر کے ہی خوردبین اور دوربین تیار کئے جاتے ہیں، جو ہماری سائنسی تحقیقات میں سب سے اہم رول نبھاتے ہیں۔ عدسہ کی ہی وجہ سے علمِ فلکیات میں آج اتنی ترقی ہو پائی ہے کہ ہم دور دراز سیاروں اور ستاروں سے آگے بھی کائنات کے تصور کو سمجھ پائے۔ اسی طرح سے عدسہ ہی کی وجہ سے آج ہم بے انتہاء مہین خوردبینی جراثیموں کو دیکھ پائے اور علمِ حیاتیات میں اتنی ترقی ہو پائی۔

کروی آئینوں سے انعکاس(Reflection from curved mirrors):۔

کروی آئینہ (**curved mirror**) ایک ایسا آئینہ ہوتا ہے، جو کہ خود ایک کروی انعکاسی سطح کا حصہ ہوتا ہے۔ اگر یہ انعکاسی سطح باہر کی جانب اُبھری ہوئی ہو تو اُسے محدب آئینہ (convex mirror) کہتے ہیں اور اگر انعکاسی سطح اندر کی جانب اُبھری ہوئی ہو تو اُسے مقعر آئینہ (concave mirror) کہتے ہیں۔ ایسا کرّوی آئینہ جس کی انعکاسی سطح اندر کی طرف خمیدہ ہو یعنی جس کا رُخ کرّہ کے مرکز کی طرف ہو اُسے مقعر آئینہ (Concave Mirror) کہتے ہیں۔ ایسا کرّوی آئینہ جس کی انعکاسی سطح باہر کی طرف خمیدہ ہو اُسے محدب آئینہ (Convex Mirror) کہتے ہیں۔

عام طور پر، مستوی نما سطح (Plane surface) سے انعکاس ِ نور کے تمام قوانین کروی سطحوں سے انعکاس کے قوانین سے مشابہ ہوتے ہیں۔ مثلاً

(1) زاویہ وقوع (Angle of Incidence) اور زاویہ منعکسہ (Angle of Reflection) ہمیشہ ایک دوسرے سے مساوی ہوتے ہیں۔

$$\measuredangle i = \measuredangle r$$

(2) شعاع وقوع، شعاع منعکسہ اور انعکاسی سطح پر عمود ہمیشہ، ایک ہی مستوی میں پائے جاتے ہیں۔

(3) انعکاسی سطح پر بنائے گئے عمود (Normal) کی مناسبت سے شعاع وقوع اور شعاع منعکسہ ایک دوسرے سے مخالف ہوتے ہیں۔

انعکاس ِ نور کے یہ تینوں قوانین، کروی آئینوں سے انعکاس ِ نور کے لئے بھی بالکل صحیح ثابت ہوتے ہیں۔ محدّب آئینہ اور مقعر آئینہ میں انعکاس ِ نور کا شعاعی خاکہ درج ِ ذیل ہے۔

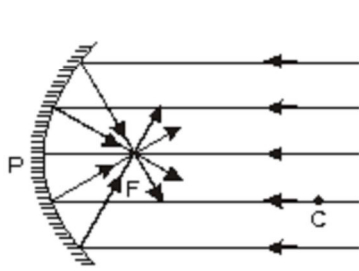



Fig.A- Concave Mirror

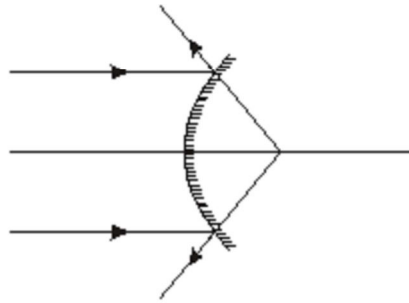



Fig.B-Convex Mirror

کسی بھی کروی آئینہ سے متعلق درج ِ ذیل اصطلاحات نہایت اہم ہیں۔

(1) قطب (Pole):۔ کسی بھی کروی آئینہ کا ہندسی مرکز (Geometric Centre) اُس کروی آئینہ کا قطب (Pole) کہلاتا ہے۔ اِسے عام طور پر نقطہ P سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

(2) مرکز ِ انحناء (Centre of Curvature):۔ کروی آئینہ، جس تصوراتی کرّوی سطح کا ایک چھوٹا سا حصہ ہوتا ہے، اُس تصوراتی کُرّے کے مرکزی نقطہ کو مرکز ِ انحناء کہا جاتا ہے۔ اِسے عام طور پر نقطہ C سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

(3) محور خاص (Principal Axis):۔ کسی بھی کروی آئینہ کے قطب اور مرکز ِ انحناء سے گزرنے والے خط کو محور ِ خاص کہتے ہیں۔

(4) نقطہ ماسکہ (Focal Point):۔ محور ِ خاص سے متوازی آنے والی نور کی شعاعیں جب کروی آئینہ سے ٹکراتی ہیں تو اُس کا انعکاس ہوجاتا ہے۔ منعکس ہوجانے کے بعد یہ تمام شعاعیں محور ِ خاص پر ایک مخصوص نقطہ پر مرکوز ہوجاتی ہیں اور اُس نقطے میں سے گزر کر آگے بڑھتی ہیں۔ اُس مخصوص نقطہ کو نقطہ ماسکہ کہا جاتا ہے۔ اِسے عام طور پر F سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

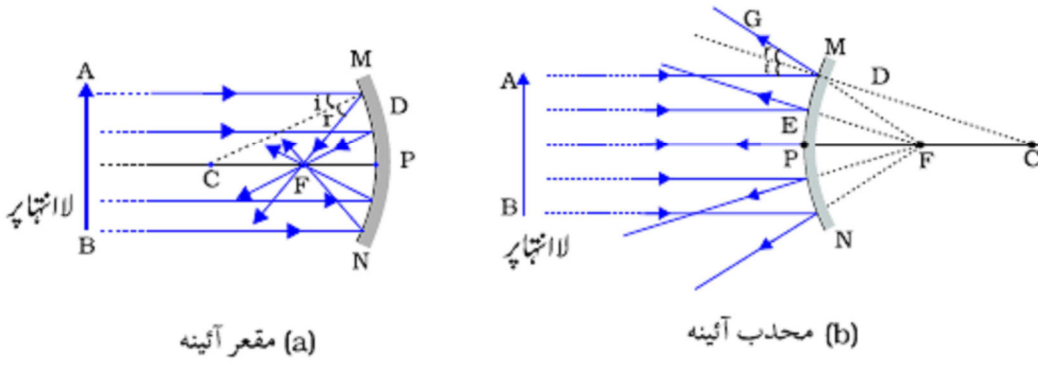
(5) طول ِ ماسکہ (Focal Length):۔ کسی بھی کرّوی آئینہ میں قطب (P) اور نقطہ ماسکہ (F) کے درمیان فاصلہ کو طول ِ ماسکہ کہتے ہیں۔ اِسے عام طور پر ' f ' سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

کسی بھی کروی آئینہ میں، انحناء کے نصف قطر (R) کی قیمت ہمیشہ طول ِ ماسکہ سے دگنی ہوتی ہے۔

$$R = 2f$$

$$\therefore f = \frac{R}{2}$$

یہ تمام نقاط درج ِ ذیل خاکہ میں دکھائے گئے ہیں۔

(a) مقعر آئینہ　　(b) محدب آئینہ

کروی آئینوں کے ذریعے عکس کی تیاری:۔(Image formation from spherical mirrors)

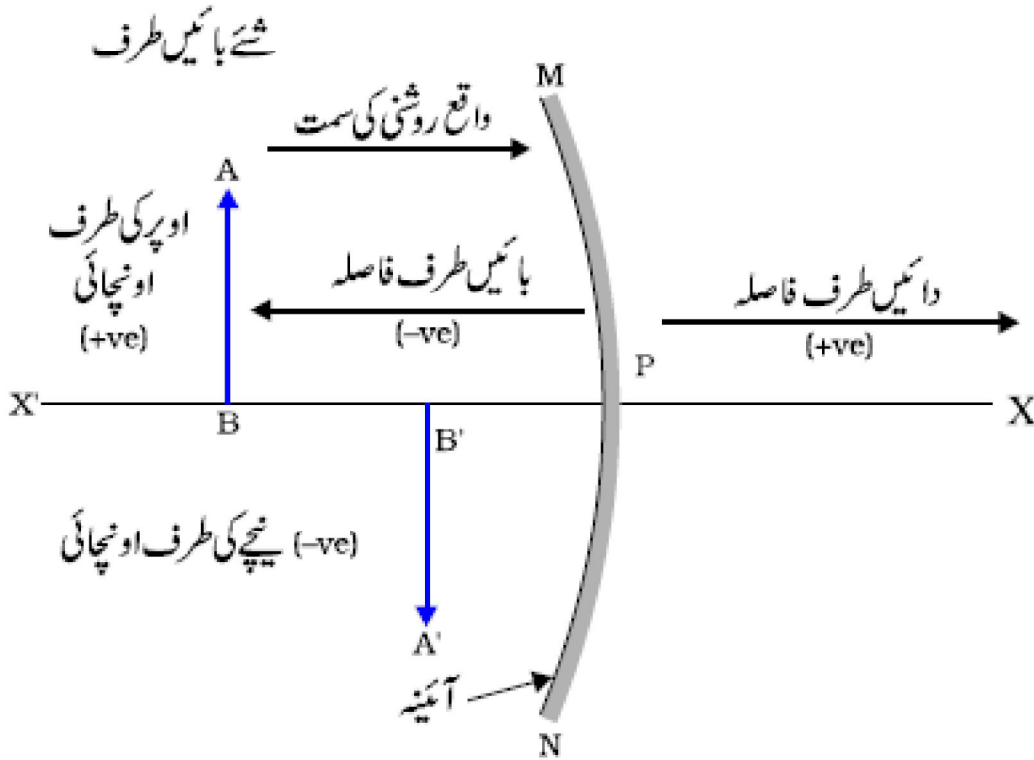
کرّ وی آئینوں کے ذریعے کسی بھی جسم(Object) کے عکس یا شبیہہ کو تیار کرنے کیلئے کچھ علامتی قاعدے تیار کئے گئے ہیں۔ یہ تمام علامتی قاعدے(Sign Conventions) درج ِ ذیل ہیں۔

(1) شعاعی خاکہ تیار کرتے وقت، تمام وقوع پزیر شعاعیں بائیں جانب(Left) سے دائیں جانب(Right) بنائی جاتی ہیں۔

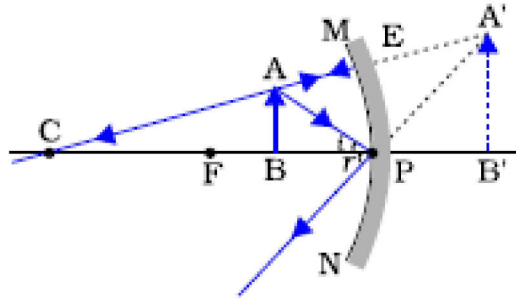
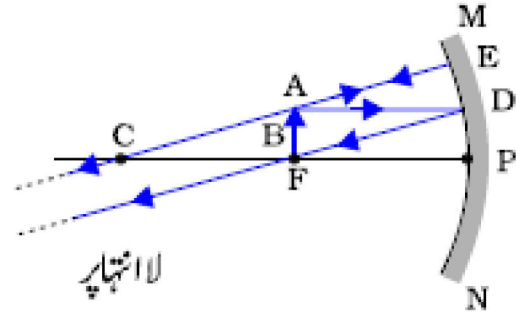
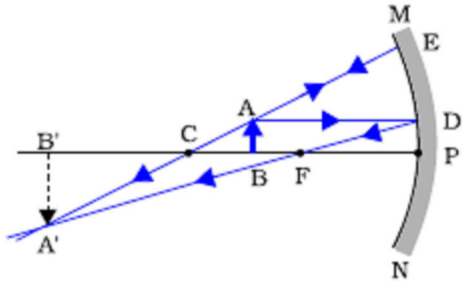
(2) تمام فاصلوں کو کرّ وی آئینہ کے قطب(Pole) سے گِنا جاتا ہے۔

(3) کرّ وی آئینہ کے قطب کے بائیں جانب تمام فاصلوں کو منفی گردانہ جاتا ہے۔اور قطب کے دائیں جانب تمام فاصلوں کو مثبت لیا جاتا ہے۔

(4) کرّ وی آئینہ کے محور خاص کے اُوپر موجود تمام فاصلوں کو مثبت لیا جاتا ہے اور محور ِ خاص کے نیچے موجود تمام فاصلوں کو منفی لیا جاتا ہے۔

درج ِ بالا تمام نقاط کو علامتی قاعدے(Sign Conventions) کہا جاتا ہے۔ اِن تمام علامتی قاعدوں کو استعمال کر کے مختلف کروی آئینوں سے تیار ہونے والی شبیہہ یا عکس کا مطالعہ کیا جا سکتا ہے۔اِسی طرح سے مختلف آئینوں کی طاقت، تکبیری صلاحیت وغیرہ کو بھی مطالعہ کیا جا سکتا ہے۔

(a) مقعر آئینوں کے لئے تیار ہونے والے عکس: (Images for concave mirrors)

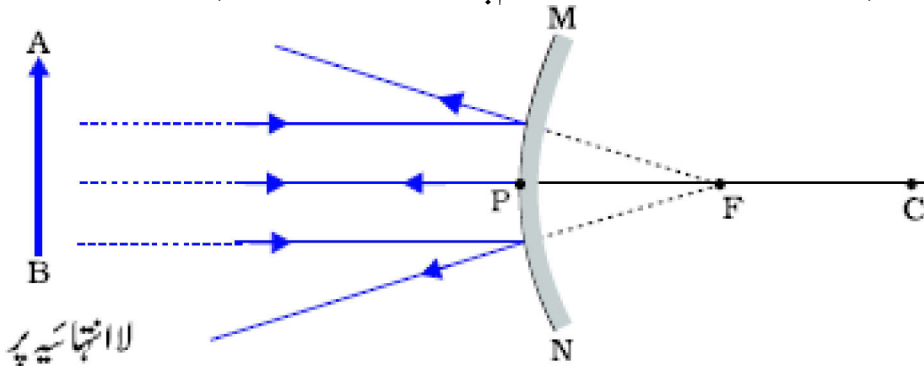
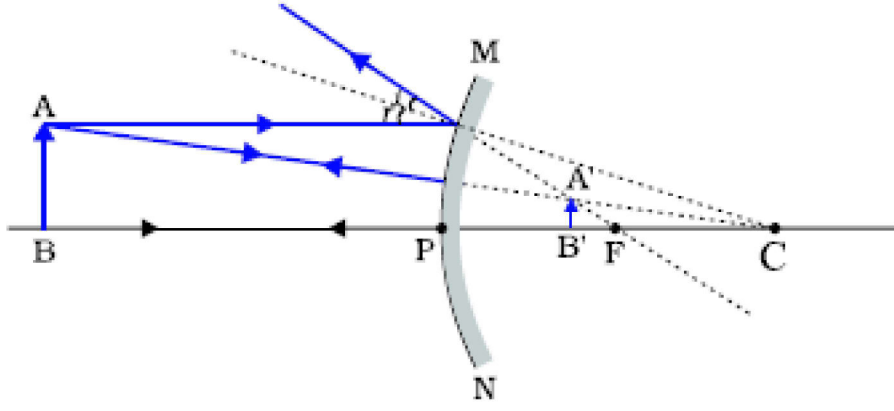
جسم(Object) کے مقام کی مناسبت سے، مقعر آئینہ میں تیار ہونے والے عکس(شبیہہ) کی تفصیل درج ِ ذیل ہے۔

(1):۔اگر جسم مقعر آئینہ کے طول ماسکہ(focal length) کے اندر اندر ہی ہو تو اُس کی شبیہہ(Image) سیدھی، مجازی اور بڑی حاصل ہوتی ہے۔

(2):۔ اگر جسم مقعر آئینہ کے نقطہ ماسکہ (Focal Point) کے اُوپر موجود ہو تو تیار ہونے والا عکس بے انتہاء بڑا، لا متناہی دوری پر اور مجازی ہوتا ہے۔

(3):۔ اگر جسم مقعر آئینہ کے طول ِ ماسکہ کے باہر موجود ہو تو تیار ہونے والا عکس ایک حقیقی (real image)، اُلٹا اور بڑا حاصل ہوتا ہے۔

یہ تمام معلومات کو درج ِ ذیل جدول میں دکھایا گیا ہے۔

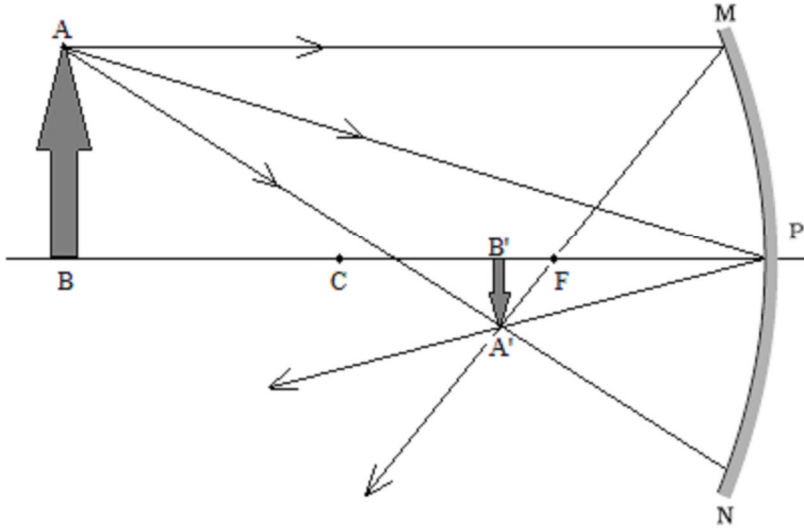
شئے کا مقام	شبیہہ کا مقام	شبیہہ کا سائز	شبیہہ کی نوعیت
لا انتہاء پر	نقطہ ماسکہ پر	بے حد تخفیف شدہ یعنی نقطہ نما	حقیقی اور اُلٹی
C سے دور	F اور C کے درمیان	تخفیف شدہ	حقیقی اور اُلٹی
نقطہ C پر	نقطہ C پر	یکساں سائز	حقیقی اور اُلٹی
C اور F کے درمیان	C سے دور	بڑا	حقیقی اور اُلٹی
F پر	لا انتہاء پر	بہت زیادہ بڑا	حقیقی اور اُلٹی
P اور F کے درمیان	آئینہ کے پیچھے	بڑا	مجازی اور سیدھی

(b) محدب آئینوں کے لئے تیار ہونے والے عکس: (Images for convex mirrors)

جسم (Object) کے مقام کی مناسبت سے، محدب آئینہ میں تیار ہونے والے عکس (شبیہہ) کی تفصیل درج ِ ذیل ہے۔

(1):۔ اگر جسم محدب آئینہ کے قطب اور لا متناہی فاصلہ کے درمیان کسی بھی مقام پر موجود ہو تو تیار ہونے والا عکس مجازی، سیدھا اور چھوٹا حاصل ہوتا ہے۔

(2):۔ اگر جسم محدب آئینہ سے لا متناہی فاصلہ پر موجود ہو تو تیار ہونے والا عکس سیدھا، مجازی اور بے انتہاء چھوٹا ہوتا ہے۔

یہ تمام معلومات کو درج ِ ذیل جدول میں دکھایا گیا ہے۔

شئے کا مقام	شبیہ کا مقام	شبیہ کی جسامت	شبیہ کی نوعیت
لا انتہاء پر	آئینہ کے پیچھے نقطہ ماسکہ F پر	بے حد تخفیف شدہ، یعنی نقطہ نما	مجازی اور سیدھی
لا انتہاء اور آئینہ کے قطب کے درمیان	آئینہ کے پیچھے P اور F کے درمیان	تخفیف شدہ	مجازی اور سیدھی

آئینہ کی مساوات (Mirror Equation):۔

فرض کیجئے کہ MN ایک کروی آئینہ ہے جس کا قطب نقطہ P ہے۔ اِس نقطہ P میں سے محورِ خاص گزر رہا ہے۔ نقطہ P سے کچھ فاصلہ (یعنی u) پر ایک جسم AB موجود ہے۔ یہ جسم کرّ وی آئینہ کے مرکزِ اِنحناء (C) کے باہر موجود ہے۔ اِس جسم سے نکلنے والی مختلف شعاعیں کروی آئینہ سے منعکس ہو کر نقطہ ماسکہ F سے گزرتی ہیں، اور ایک حقیقی، اُلٹا عکس (شبیہہ) تیار ہوتا ہے، جسے A'B' سے ظاہر کیا گیا ہے۔ نقطہ P سے اِس شبیہہ کا فاصلہ v ہے۔

کارتیسی نشان روایات (یعنی علامتی قاعدوں) کو استعمال کرنے پر،

PB = distance of Object (u) = Negative

PB' = distance of Image (v) = Negative

BA = Size of Object = Positive

B'A' = Size of Image = Negative

PC = Radius of curvature = Negative

فرض کیجئے کہ نقاط P اور M ایک دوسرے کے قریب واقع ہیں۔ ایسی حالت میں اِن نقاط کے درمیان قوسی فاصلہ کو ایک خطِ مستقیم کے طور پر سمجھا جا سکتا ہے۔

درج ِ بالا خاکہ میں $\Delta A'B'F$ اور ΔMPF ایک دوسرے سے مشابہ ہیں۔

$$\frac{A'B'}{MP} = \frac{B'F}{PF}$$

چونکہ MP اور AB مساوی ہیں،

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{B'F}{PF} ----(1)$$

اِسی طرح سے، $\Delta A'B'P$ اور ΔABP بھی ایک دوسرے سے مشابہ ہیں،

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{B'P}{BP} ----(2)$$

مساوات(1)اور(2) کا موازنہ کرنے پر،

$$\frac{B'F}{PF} = \frac{B'P}{BP}$$

درجِ بالا خاکہ سے ظاہر ہوتا ہے کہ، $B'F = B'P - PF$

$$\frac{B'P - PF}{PF} = \frac{B'P}{BP} ----(3)$$

درجِ بالا خاکہ میں استعمال کی گئی قیمتیں اِس طرح ہیں۔

$$B'P = -v$$

$$PF = -f$$

$$BP = -u$$

یہ تمام قیمتیں مساوات(3)میں رکھنے پر،

$$\frac{-v-(-f)}{-f} = \frac{-v}{-u}$$

$$\frac{f-v}{-f} = \frac{v}{u}$$

$$\frac{v-f}{f} = \frac{v}{u}$$

$$\frac{v}{f} - 1 = \frac{v}{u}$$

دونوں طرفین کو v سے تقسیم کرنے پر،

$$\frac{1}{f} - \frac{1}{v} = \frac{1}{u}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

اِس مساوات کو کروی آئینہ کی مساوات(Mirror Equation) کہتے ہیں۔

عدسہ(Lens):۔

ایسا انحرانی واسطہ جو منحنی سطحوں(Curved surfaces) سے محدود کیا گیا ہو، اسے عدسہ کہتے ہیں۔

عدسہ کی طول ماسکہ (Focal Length) ہمیشہ اس کے واسطہ کی فطرت اور اس کی سطح کے انحناء کے نصف قطر پر منحصر ہوتی ہے۔عدسہ کا عام طور پر تکبیر (Magnification) کے لیئے استعمال کیا جاتا ہے۔

عدسہ کی خصوصیات کا مطالعہ کرنے کے لئے کچھ علامتی قاعدے (Sign Convensions) تیار کئے گئے ہیں جو کہ درج ذیل ہیں۔

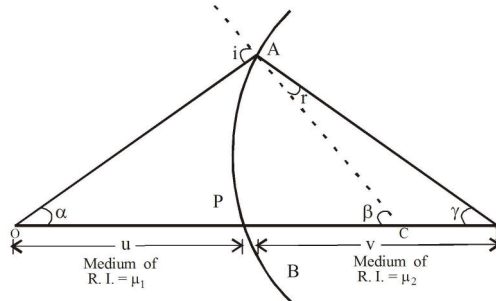
i) شعاع وقوع کی سمت ہمیشہ بائیں جانب سے دائیں جانب لی جاتی ہیں۔

ii) فاصلہ ہمیشہ عدسہ کے قطب (مرکزی نقطے) سے گنا جاتا ہے۔

iii) شعاع وقوع کی سمت گنے جانے والے فاصلے مثبت ہوتے ہیں اور شعاع وقوع کی سمت سے مخالف فاصلے ہمیشہ منفی ہوتے ہیں۔

iv) کسی جسم کی محور خاص(Principal Axis) کے اوپر پائے جانے والی بلندی مثبت لی جاتی ہے اور نیچے لی جانے والی بلندی منفی لیتے ہیں۔

یکتا منحنی سطح سے انحراف: (Refraction at a single curved surface):۔

اگر کوئی منحنی سطح دو مختلف واسطوں کو علحیدہ کرتی ہو تو اس سطح کو انحرافی سطح(Refracting Surface) کہا جاتا ہے۔

فرض کیجئے کہ AB ایک کرّوی سطح ہے جو دو مختلف شفاف واسطوں کو علٰحیدہ کر رہی ہے۔ایک واسطہ کا انحراف نما μ_1 ہے اور دوسرے کا μ_2 ہے۔اگر سطح کے مرکزی نقطہ P سے u فاصلہ پر ایک جسم (Object) موجود ہو تو v فاصلہ پر اس کا عکس (Image) تیار ہوتا ہے۔

$$OP = u \quad \& \quad PI = v$$

Snell کے قانون کے مطابق

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \mu_{12} = \frac{\mu_2}{\mu_1} ----------(1)$$

اگر زاویہ وقوع "i" اور زاویہ منحرفہ "r" بہت معمولی ہوں تو۔

$$\text{Sin} i = i \ \& \ \sin r = r$$

$$\therefore (1) \Rightarrow \quad \frac{\mu_2}{\mu_1} = \frac{i}{r}$$

$$\therefore \quad \mu_1 i = \mu_2 r$$

فرض کیجیے کہ۔

شعاع وقوع اور محور خاص کے درمیان بننے والا زاویہ = α

شعاع منخرفہ اور محور خاص کے درمیان بننے والا زاویہ = γ

نقطہ A پر عمود اور محور خاص کے درمیان زاویہ = β

درج بالا خاکہ سے ظاہر ہوتا ہے کہ

$$i = \alpha + \beta ---------- (3)$$

$$r = \beta - \gamma ---------- (4)$$

مساوات (3) اور (4) کو مساوات (2) میں استعمال کرنے پر

$$\mu_1 (\alpha + \beta) = \mu_2 (\beta - \gamma)$$

$$\mu_1 \alpha + \mu_2 \gamma = \beta (\mu_2 - \mu_1)$$

درج بالا خاکہ میں غور کرنے پر

$$\alpha = \frac{PA}{PO}, \ \beta = \frac{PA}{PC} \quad \text{اور} \quad \gamma = \frac{PA}{PI}$$

$$\left[\mu_1 \times \frac{PA}{PO}\right] + \left[\mu_2 \times \frac{PA}{PI}\right] = (\mu_2 - \mu_1) \cdot \frac{PA}{PC} ------(5)$$

علامتی قاعدے استعمال کرنے پر

(کرّوی سطح کا انحناء کا نصف قطر) PC = R

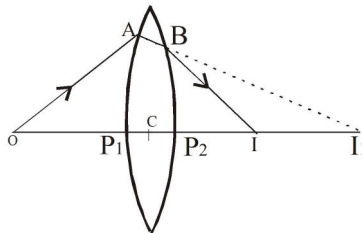
(عکس کا فاصلہ) PI = v

(جسم کا فاصلہ) PO = -u

$$\therefore (5) \Rightarrow \quad \frac{\mu_1}{-\mu} + \frac{\mu_2}{v} = \frac{\mu_2 - \mu_1}{R}$$

$$\therefore \quad \frac{\mu_2}{v} - \frac{\mu_1}{u} = \frac{\mu_2 - \mu_1}{R}$$

یہ مساوات کسی بھی کرّوی سطح کے ذریعئے ہونے والے انحراف کے لیئے استعمال کی جاسکتی ہے۔اس مساوات کے ذریعئے دونوں واسطوں کے انحراف نما، جسم کا فاصلہ، عکس کا فاصلہ اور انحناء کے نصف قطر کے درمیان تعلق ظاہر کیا جاسکتا ہے۔

عدسہ کی مساوات (Len's Equation):- درج ذیل خاکہ میں محدّب عدسہ (Convex lens) کے ذریعئے ہونے والے انحراف نور کے عمل کو دکھایا گیا ہے

فرض کیجیئے کہ محدّب عدسہ کے بائیں جانب ہوا (واسطہ) موجود ہے جس میں ایک جسم (Object) رکھا ہوا ہے جسے "O" سے دکھایا گیا ہے۔اس جسم سے نکلنے

والی شعاع OA ہے جو کہ عدسہ پر نقطہ A پر پہلی مرتبہ منحرف ہو رہی ہے۔ اور خط AB کے ہمراہ آگے بڑھتی ہے۔

نقطہ B سے اس شعاع کا دوبارہ انحراف ہوتا ہے اور شعاع BI حاصل ہوتی ہے فرض کیجیئے کہ درج بالا خاکہ میں، $P_1I_1 = V_1$ پہلی کرّوی سطح کا انحیناء کا نصف قطر R_1 ہوتو۔

$$\frac{\mu}{v_1} - \frac{1}{u} = \frac{\mu - 1}{R_1} ---------- (1)$$

دوسری سطح کے لیئے انحیناء کا نصف قطر R_2 ہوتو

$$\frac{1}{v} - \frac{\mu}{v_1} = \frac{1-\mu}{R_2} -------- (2)$$

مساوات (1) اور (2) کی جمع کرنے پر

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = (\mu - 1)\left[\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right] -------- (3)$$

اگر جسم بے انتہاء طویل فاصلے پر موجود ہوتو (عدسہ کی طول ماسکہ) $u = f$ اور $u = \infty$

$$\therefore (3) \Rightarrow \frac{1}{f} - \frac{1}{\infty} = (\mu - 1)\left[\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right]$$

$$\frac{1}{f} = (\mu - 1)\left[\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right] ---- (4)$$

اگر عدسہ کے مادّہ کا انحراف نما μ_2 وار عدسہ کے اطراف واسطہ کا انحراف نما μ_1 ہوتو

$$\frac{1}{f} = \left[\frac{\mu_2}{\mu_1} - 1\right]\left[\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right] ---- (5)$$

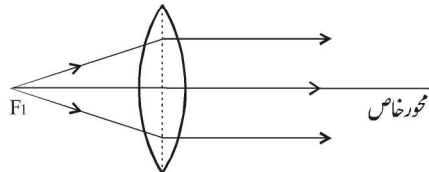
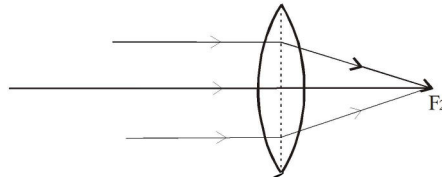
اس مساوات کو عدسہ کی مساوات یا عدسہ ساز کی مساوات (Lensmaker's Formula) کہا جاتا ہے۔

درج بالا مساوات (4) کو مساوات (3) میں استعمال کرنے پر

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

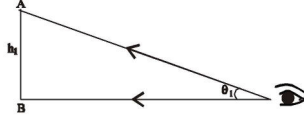
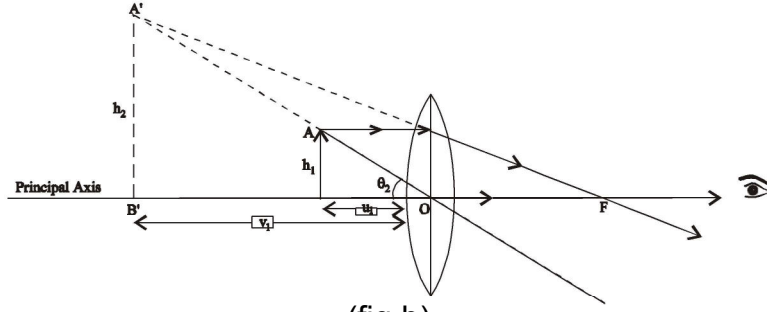
یہ مساوات عدسہ کے طولِ ماسکہ (f)، جسم کے فاصلے (u) اور عکس کے فاصلے (v) کے درمیان تعلق ظاہر کرتی ہے۔

گرداتی نقاط ماسکہ (Conjugate Focii):۔

جب کسی محدّب عدسہ کی پہلی کرّوی سطح پر انتہائی فاصلے سے متوازی نوری شعاعیں وقوع پزیر ہوتی ہیں تو ان کا انحراف ہوتا ہے۔ اور انحراف کے بعد نوری شعاعیں نقطہ ماسکہ F_1 پر مرکوز ہوجاتی ہیں۔

اسی طرح سے جب نور کی شعاعیں کسی ایسے منبع نور سے نکلتی ہوں جو کہ نقطۂ ماسکہ پر رکھا ہوا ہوتو منحرف ہونے والی نوری شعاعیں عدسہ سے گزرنے کے بعد متوازی ہوجاتی ہیں اسی طرح سے یہ تصّور کیا جاسکتا ہے کہ عدسہ کے دوسری جانب بھی نقطۂ ماسکہ ہوتا ہے۔

اگر عدسہ کی دونوں کرّوی سطحیں یکساں انحناء (Curvature) رکھتی ہوں اور دونوں جانب ہوا موجود ہوتو دونوں طرف نقطہ ماسکہ F_1 اور F_2 مساوی فاصلوں پر حاصل ہوتے ہیں۔ ان دونوں نقطہ ماسکہ کو Conjugate Focii کہا جاتا ہے۔

سادہ خوردبین کی تکبیری طاقت (Magnification Power of Simple Microscope)

جب کسی جسم (object) کو کسی محدّب عدسہ کی طولِ ماسکہ کے اندر رکھتے ہیں تو اس کا مجازی عکس کافی بڑا (magnified image) حاصل ہوتا ہے۔ اس

طرح سے ایک محدّب عدسہ ہمیشہ ایک سادہ خورد بین (Simple Microscope) کے طور پر عمل کرتا ہے۔
سادہ خورد بین کی تکبیری طاقت (Magnifying Power) کو سمجھنے کے لیئے درج ذیل خاکہ پر غور کیجئیے۔

(Fig a)

(fig b)

سادہ خوردبین کی تکبیری طاقت کی تعریف درج ذیل انداز میں کی جاسکتی ہے۔

''محدّب عدسہ تیار ہونے والے عکس کے ذریعئے آنکھ پر تیار ہونے والے زاویہ اور اسی جسم کو براہ راست آنکھ سے دیکھنے پر تیار ہونے والے زاویئہ کا تناسب، سادہ خوردبین کی تکبیری طاقت کہلاتا ہے۔''

اس تعریف میں جسم (Object) کو آنکھ سے براہ راست دیکھنے کے لیئے فاصلہ ہمیشہ ''واضح بینائی کا فاصلہ'' یعنی Distance of distinct vision ہونا چاہیئے۔ جسے "D" سے ظاہر کرتے ہیں۔

(Fig a) کے مطابق جسم AB کے لیئے آنکھ پر تیار ہونے والا زاویہ θ_1 ہے۔ جس کی قیمت درج ذیل ہوگی۔

$$\theta_1 = -\frac{h_1}{D} ------(1)$$

$$\theta_2 = -\frac{h_1}{u_1} ------(2)$$

$$\frac{\theta_2}{\theta_1} = \frac{-h_1/u_1}{-h_1/D}$$

$$\therefore \frac{\theta_2}{\theta_1} = \frac{D}{u_1} -------(3)$$

عدسہ کی مساوات کے مطابق

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} - \frac{1}{u}$$

$$\therefore \frac{1}{f} = -\frac{1}{D} + \frac{1}{u_1}$$

$$\therefore \frac{D}{f} = -1 + \frac{D}{u_1}$$

$$\therefore \frac{D}{u_1} = 1 + \frac{D}{f}$$

یہ قیمت مساوات (3) رکھنے پر۔

$$\text{Magnifing Power} = 1 + \frac{D}{f}$$

اسی طرح سے اگر $u_1 = f$ اور $v_1 = \infty$ ہو تو

$$\text{Magnifing Power} = \frac{D}{f}$$

یہ ظابطہ سادہ خوردبین کی تکبیری طاقت کو ظاہر کرتا ہے۔

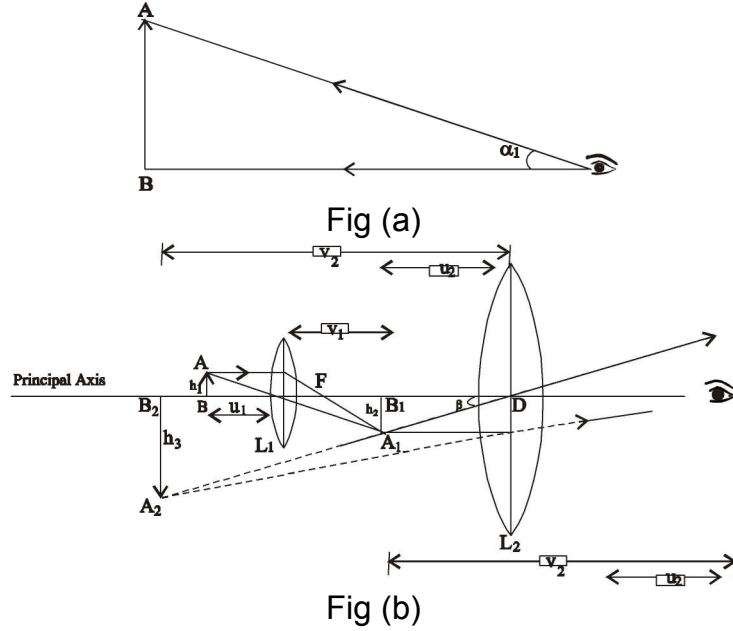
مرکب خوردبین کی تکبیری طاقت
(Magnification Power of Compound Microscope)

ایک محدّب عدسہ ہمیشہ کسی بھی جسم کی جسامت کو تقریباً 10 یا اس سے کم گنا بڑھا سکتا ہے۔اسی لیئے اسے سادہ خوردبین کہاجاتا ہے۔لیکن اگر دو یا دو سے زیادہ محدّب عدسہ استعمال کریں تو اس اتحاد کے ذریعئے بڑے پیمانے پر وسیع (Magnified) کیا ہوا عکس حاصل ہوسکتا ہے۔اس قسم کے اتحاد کو مرکب خوردبین کہاجاتا ہے۔

مرکب خوردبین میں جو محدّب عدسہ آنکھ کے قریب استعمال کرتے ہیں اسے چشمیہ (Eyepiece) کہاجاتا ہے اور جو عدسہ جسم (Object) کے قریب استعمال کہاجاتا ہے اسے جسمیہ (Objective) کہاجاتا ہے۔

مرکب خوردبین کے تکبیری طاقت کو سمجھنے کے لیئے درج ذیل خاکہ پر غور کیجئیے۔

Fig (a)

Fig (b)

مرکب خوردبین کی تکبیری طاقت کی تعریف درج ذیل انداز میں بیان میں کی جاسکتی ہے۔

''مرکب خوردبین میں کسی جسم کے عکس کے ذریعئے آنکھ پر تیار ہونے والے زاویہ،اور اسی جسم کے ذریعئے آنکھ پر براہ راست تیار ہونے والے زاویہ کا تناسب تکبیری طاقت (Magnifying Power) کہلاتا ہے۔''

فرض کیجئیے کہ AB ایک جسم ہے جسکی بلندی "h_1" ہے۔اس جسم کو جسمیہ L_1 کے قریب رکھتے ہیں جسکی وجہ سے عکس A_1B_1 تیار ہوتا ہے۔اس عکس کا اور ایک بڑا مجازی عکس A_2B_2 تیار ہوتا ہے۔جسکی بلندی "h_3" ہوتی ہے۔

درج بالا خاکہ میں غور کرنے پر۔

$$\frac{A_1B_1}{AB} = \frac{CB_1}{CB}$$

$$\frac{-h_2}{h_1} = \frac{v_1}{-u_1}$$

$$\therefore \frac{h_2}{h_1} = \frac{v_1}{u_1}$$

$$\therefore h_2 = \frac{v_1}{u_1} \times h_1 ------(1)$$

چشمیہ L_2 کی وجہ سے تیار ہونے والی آخری عکس A_2B_2 ہے جسکی بلندی h_3 ہے۔اس بڑے عکس کی وجہ سے آنکھ پر بننے والا زاویہ "β" ہے جس کی قیمت درج ذیل ہوگی۔

$$\beta = \frac{A_2B_2}{DB_2}$$

$$\therefore \beta = \frac{A_1B_1}{DB_1}$$

$$\therefore \beta = \frac{h_2}{u_2} --------(2)$$

مساوات(1)اور(2) کی مدد سے

$$\therefore \beta = \frac{v_1h_1}{u_1.u_2} --------(3)$$

جسم "AB" کو آنکھ سے واضح بینائی کے فاصلے "D" پر رکھنے سے آنکھ پر تیار ہونے والا زاویہ درج ذیل ہوتا ہے۔

$$\alpha = \frac{h_1}{D} ------(4)$$

مرکب خوردبین کا تکبیری طاقت کے تعریف کے مطابق

$$\therefore \text{Magnifing Power} = \frac{\beta}{\alpha}$$

$$= \frac{v_1}{u_1} . \frac{h_1}{u_2} \times \frac{D}{h_1}$$

$$\therefore \text{Magnifing Power} = \frac{v_1}{u_1} . \frac{D}{u_2} ---------(5)$$

اس ظابطہ میں D/u_2 دراصل سادہ خوردبین کی تکبیری طاقت ہے۔

$$\therefore \tfrac{D}{u_2} = 1 + \tfrac{D}{f_2}$$

اگر آخری عکس بے انتہاء فاصلہ پر تیار ہوتو۔

$$\therefore \frac{D}{u_2} = 1 + \frac{D}{f_2}$$

$$\therefore (5) \Rightarrow M.P. = \frac{v_1}{u_1}\left[1 + \frac{D}{f_2}\right]$$

اگر آخری عکس بے انتہاء فاصلے پر تیار ہوتو

$$M.P. = \frac{v_1}{u_1} \times \frac{D}{f_2}$$

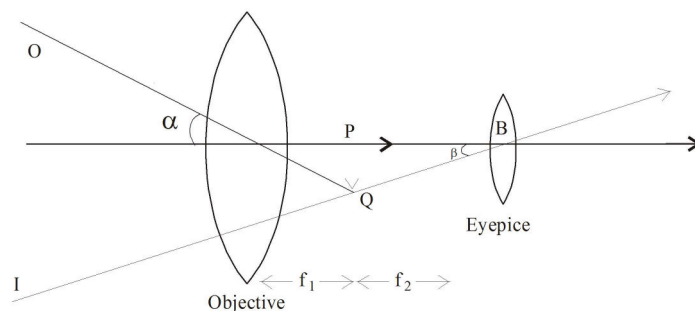
یہ ضابطہ مرکب خوردبین کے تکبیری طاقت کو ظاہر کرتا ہے۔

دوربین کی تکبیری طاقت (Magnifying Power of Telescope):- دور کی اشیاء کو بڑے پیمانے صاف اور واضح انداز میں دیکھنے کے لیئے دوربین استعمال کرتے ہیں۔ دوربین میں دو قسم کے محدب عدسہ استعمال کیئے جاتے ہیں۔

۱) **چشمیہ (Eye piece):-** یہ ایک چھوٹا عدسہ ہوتا ہے جو کہ آنکھ کے قریب استعمال کیا جاتا ہے۔ اس کی طولِ ماسکہ کم ہوتی ہے۔

۲) **جسمیہ (Objective):-** یہ ایک بڑا عدسہ ہوتا ہے جو کہ جسم (Object) کے جانب استعمال کیا جاتا ہے۔ اس کا طولِ ماسکہ ہمیشہ زیادہ ہوتا ہے۔

دوربین کی تکبیری طاقت کی تعریف درج ذیل انداز میں کی جاسکتی ہے۔

''انتہائی فاصلے پر موجود کسی جسم کے ذریعئے آنکھ پر بننے والے زاویہ اور اسی جسم کے دوربین کے ذریعئے تیار ہونے والے آخری عکس کے ذریعئے بننے والے زاویہ کا تناسب، دوربین کی تکبیری طاقت کہلاتا ہے۔''

درج بالا خاکہ میں، جسم کے ذریعئے آنکھ پر بننے والا زاویہ "α" درج ذیل ہوتا ہے۔

$$\propto = \frac{PQ}{AP} \longrightarrow (1)$$

اسی طرح سے آخری عکس کے ذریعئے آنکھ پر بننے والا زاویہ "β" بھی درج ذیل ہوتا ہے۔

$$\beta = \frac{PQ}{PB} \longrightarrow (2)$$

دوربین کی تکبیری طاقت درج ذیل ہوتی ہے۔

$$\therefore \text{Magnifing Power} = \frac{\beta}{\alpha}$$

$$\therefore \text{M.P.} = \frac{PQ}{BP} \times \frac{AP}{PQ}$$

$$\therefore \text{M.P.} = \frac{AP}{BP}$$

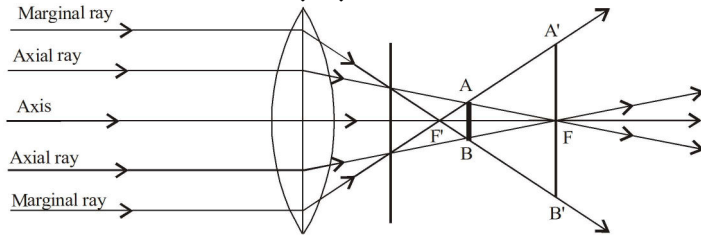
$$\therefore \text{M.P.} = \frac{f_1}{f_2}$$

یہ ضابطہ دوربین کی تکبیری طاقت کو ظاہر کرتا ہے۔ یہاں "f_1" اور "f_2" بالترتیب جسمیہ اور چشمیہ کے طولِ ماسکہ ہیں۔

عدسہ کے نقائص (Lens Aberrations):۔ اصولی طور پر کسی بھی عدسہ کے ذریعئے کسی جسم (Object) کے ذریعئے تیار ہونے والا عکس (Image) ہمیشہ بالکل صاف ستھرا اور واضح ہونا چاہیئے۔ لیکن اکثر اوقات تیار ہونے والے عکس کافی حد تک واضح نہیں ہوتے ہیں۔ اسی طرح سے اگر اوقات سفید جسم کے عکس رنگین حاصل ہوتے ہیں۔

عکس میں پائے جانے والے یہ تمام نقائص درحقیقت عدسہ کے نقائص کی وجہ سے ہوتے ہیں۔

عام طور پر کسی بھی عدسہ میں دو قسم کے نقائص پائے جاتے ہیں۔

۱) کرّوی نقص (Spherical Aberration):۔ کسی عدسہ کے ذریعئے اگر پردہ پر غیر واضح (burred) عکس تیار ہو تو اس کا سبب یہی کرّوی نقص ہوتا ہے۔

کسی بھی محدّب عدسہ کے محور کے قریب سے گزرنے والی شعاعوں کو محوری شعاعیں (axial rays) کہا جاتا ہے۔ اور محور سے متوازی لیکن زیادہ فاصلے سے گزرنے والی شاعوں کو حواشی شاعیں (Marginal rays) کہا جاتا ہے۔

درج بالا خاکہ سے ظاہر ہوتا ہے کہ axila شعاعیں عدسہ سے منخرف ہو کر طویل نقطۂ ماسکہ F پر مرکوز ہوتی ہیں۔ جبکہ Marginal شعاعیں عدسہ سے منخرف ہو کر قریبی نقطۂ ماسکہ F_1 پر مرکوز ہوتی ہیں۔ اسطرح مختلف انداز میں انحراف نور کی وجہ سے پردہ پر غیر واضح عکس حاصل ہوتا ہے۔ اس نقص کو کرّوی نقص کہا جاتا ہے۔

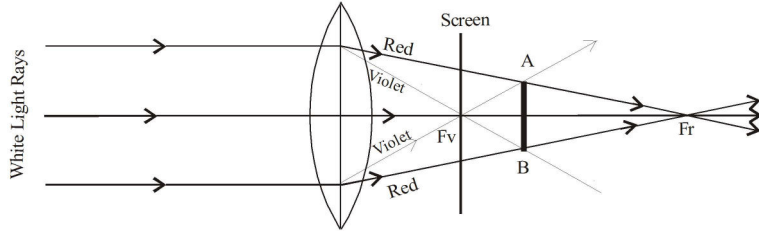
اس نقص کو دور کرنے کے لیئے درج ذیل اقدامات اٹھائے جاسکتے ہیں۔

۱) اگر عدسہ کے محور کے اطراف ایک چھوٹے سے سوراخ کے ذریعئے شاعیں عدسہ سے گزاری جائیں تو Marginal شعاعیں خودبخود رک جائیں گی جسکے نتیجے میں صرف axial شاعیں عدسہ سے گزر سکیں گی۔ اور عدسہ کا یہ نقص غائب ہوجائے گا۔

۲) مختلف انحناء کے نصف قطر والے کرّوی سطحوں سے بنے محدّب عدسہ کو استعمال کرنے پر بھی یہ نقص ختم کیا جاسکتا ہے۔

اس قسم کے عدسہ کو (Crossed Lens) کہا جاتا ہے۔

۳) اس قسم کے نقص کو دور کرنے کے لیئے اکثر اوقات دو مخصوص قسم کے محدب عدسوں کو مناسب فاصلے پر رکھ کر استعمال کرتے ہیں۔ ان کے درمیان فاصلہ ہمیشہ ان کے طولِ ماسکہ کے فرق کے برابر ہونا چاہیئے۔

۲) رنگین نقص (Chromatic Aberration):۔

جب کسی محدّب عدسہ پر سفید رنگ کی متوازی شاعیں وقوع پزیر ہوتی ہیں۔تو عدسہ کے ذریعئے ان شعاوں کا انحراف کے دوران سفید روشنی مختلف رنگوں میں منتشر ہوجاتی ہے۔مثلاً درج بالا خاکہ کے مطابق سفید روشنی کو دوانتہائی رنگ یعنی سرخ اور بنفشی رنگ میں منتشر ہوتے ہوئے دکھادیا گیا ہے۔سرخ روشنی اور بنفشی روشنی کے انحراف مختلف زاویوں سے ہوتے ہیں اور دونوں رنگوں کے لیئے مختلف نقطۂ ماسکہ حاصل ہوتے ہیں۔اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ پردے پر تیار ہونے والا عکس مختلف رنگ دکھا تا ہے۔عدسہ لے اس نقص کو Chromatic Aberration کہا جاتا ہے۔

اس نقص کو دور کرنے کے مختلف طریقہ درج ذیل ہیں۔

۱) ایک ہی مادہ سے بنے دو مختلف محدّب عدسوں کے درمیان اگران کے طولِ ماسکہ کے اوسط کے برابر فاصلہ ہوتو یہ نقص مکمل طور پر دور ہوسکتا ہے۔

۲) اگر ایک محدّب عدسہ اور اسی کے ساتھ دوسرا مقعر عدسہ ایک ساتھ استعمال کریں تو یہ نقص دور ہوسکتا ہے۔

Numerical Problems

عددی سوالات

سوال نمبر(1):۔ایک محدّب آئینہ سے 6cm کی فاصلہ پر ایک جسم موجود ہے۔اُس آئینہ کا طول ماسکہ 12cm ہے۔تیار ہونے والی شبیہہ (عکس) کا مقام اور نوعیت معلوم کیجئے۔

جواب:۔ دیا ہوا ہے کہ،

$$u = -6 \text{ cm}$$

$$f = 12 \text{ cm}$$

$$v = ?$$

کرّوی آئینہ کی مساوات کے مطابق،

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{u}+\frac{1}{v}$$

$$\frac{1}{12}=\frac{1}{-6}+\frac{1}{v}$$

$$\frac{1}{12}+\frac{1}{6}=\frac{1}{v}$$

$$\frac{1}{4}=\frac{1}{v}$$

$$\therefore v = 4cm$$

محدّب آئینہ کیلئے تیار ہونے والی شبیہہ (image) ہمیشہ مجازی، سیدھی اور نقطہ نما چھوٹی ہوتی ہے۔

سوال نمبر(2):۔ ایک مقعر آئینہ سے 6cm کے فاصلہ پر ایک جسم رکھا گیا ہے۔اُس آئینہ کا انحناء کا نصف قطر 30cm ہے۔تیار ہونے والی شبیہہ کا مقام اور نوعیت معلوم کیجئے۔

جواب:۔ دیا ہوا ہے کہ،

$$u = -6cm$$

$$R = 30cm$$

$$v = ?$$

محدب آئینہ کا طول ِ ماسکہ ہمیشہ انحناء کے نصف قطر کے نصف کے برابر ہوتا ہے۔

$$f=\frac{R}{2}$$

$$f=\frac{30}{2}=15cm$$

کارتیسی علامتی قاعدے کے مطابق، طولِ ماسکہ منفی ہوتا ہے۔

$$\therefore f=-15cm$$

کرّوی آئینہ کی مساوات استعمال کرنے پر،

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{u}+\frac{1}{v}$$

$$\frac{1}{v}=\frac{1}{f}-\frac{1}{u}$$

$$\frac{1}{-v}=\frac{1}{-15}-\frac{1}{-6}$$

$$-\frac{1}{v}=\frac{1}{6}-\frac{1}{15}$$

$$-\frac{1}{v}=\frac{15-6}{90}$$

$$\frac{1}{v}=-\frac{9}{90}$$

$$\frac{1}{v}=-\frac{1}{10}$$

$$v=-10cm$$

اِس قیمت سے ظاہر ہوتا ہے کہ $v<f$ یعنی تیار ہونے والی شبیہہ طولِ ماسکہ کے اندر موجود ہے۔ اِس سے ظاہر ہوتا ہے کہ تیار ہونے والی شبیہہ ایک مجازی، سیدھی اور بڑی شبیہہ ہوتی ہے۔

سوال نمبر(3):۔ ایک محدّب نما سطح دو مختلف واسطوں کو جُدا کر رہی ہے، جن کے انعطافی اشاریہ کی قیمتیں بالترتیب 1.3 اور 1.5 ہیں۔ اگر اِنحناء کا نصف قطر 20cm ہو اور انحرافی سطح سے ایک جسم 260cm کے فاصلہ پر ہو تو تیار ہونے والی شبیہہ کا فاصلہ محسوب کیجئے۔

جواب:۔ دیا ہوا ہے کہ،

$$\mu_1=1.3$$

$$\mu_2=1.5$$

$$R=+20cm$$

$$u=-260cm$$

$$v=?$$

ضابطہ:۔ $$\frac{\mu_2}{v}-\frac{\mu_1}{u}=\frac{(\mu_2-\mu_1)}{R}$$

$$\frac{1.5}{v}-\frac{1.3}{-260}=\frac{(1.5-1.3)}{20}$$

$$\frac{1.5}{v}=\frac{0.2}{20}-\frac{1.3}{260}$$

$$\frac{1.5}{v}=\frac{52-26}{20\times 260}$$

$$\frac{1.5}{v}=\frac{1}{20\times 10}$$

$$v=1.5\times 20\times 10$$

$$v=300cm$$

سوال نمبر(4):۔ ایک محدب عدسہ کا طول ماسکہ 10cm ہے۔ اُس عدسے سے 25cm کی دوری پر ایک جسم رکھا گیا۔ تیار ہونے والی شبیہہ کا مقام معلوم کیجئے۔

جواب:۔ دیا ہوا ہے کہ،

$$u=-25cm$$

$$f = 10cm$$

$$v = ?$$

ضابطہ:۔ $$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{-25} = \frac{1}{10}$$

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{25} = \frac{1}{10}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{1}{10} - \frac{1}{25}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{15}{250}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{3}{50}$$

$$v = 16.7cm$$

سوال نمبر(5):۔ ایک مستوی نما محدب عدسہ(Plano - Convex Lens) کا طول ماسکہ 60cm ہے۔ اگر اُس محدب عدسہ کے مادّے کا انعطافی اِشاریہ 1.5 ہے۔ اُس عدسہ کا اِنحناء کا نصف قطر محسوب کیجئے۔

جواب:۔ دیا ہوا ہے کہ،

$$\mu_2 = 1.5$$

$$\mu_1 = 1$$

$$R_2 = \infty$$

$$f = 60cm$$

$$R_1 = ?$$

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{\mu_2}{\mu_1} - 1\right)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$

$$\frac{1}{60} = (1.5 - 1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{\infty}\right)$$

$$\frac{1}{60} = (0.5)\left(\frac{1}{R_1}\right)$$

$$R_1 = (0.5)(60)$$

$$\therefore R_1 = 30cm$$

سوال نمبر(6):۔ ایک دوہرے محدب عدسے(Bi-convex Lens) کے اِنحناء کے نصف قطر بالترتیب 30cm اور 40cm ہیں۔اگر اِس عدسے کو پانی میں ڈبو دیا جائے تو اُس کے طول ِ ماسکہ کی کیا قیمتیں ہونگی؟($\mu_w = \frac{4}{3}$ اور $\mu_g = \frac{3}{2}$)

جواب:۔ دیا ہوا ہے کہ،

$$R_1 = +30cm$$

$$R_2 = -40cm$$

ہوا کے لئے، $$\frac{1}{f_{air}} = (\mu_2 - 1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

$$\frac{1}{f_{air}} = (\frac{3}{2} - 1)\left(\frac{1}{30} - \frac{1}{-40}\right)$$

$$\frac{1}{f_{air}} = (\frac{1}{2})\left(\frac{1}{30} + \frac{1}{40}\right)$$

$$\frac{1}{f_{air}} = (\frac{1}{2})\left(\frac{70}{1200}\right)$$

$$\frac{1}{f_{air}} = \left(\frac{35}{1200}\right)$$

$$f_{air} = \left(\frac{1200}{35}\right)$$

$$f_{air} = 34.3cm$$

پانی کے لئے،
$$\frac{1}{f_{water}} = (\frac{\mu_g}{\mu_w} - 1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

$$\frac{1}{f_{water}} = (\frac{3/2}{4/3} - 1)\left(\frac{1}{30} - \frac{1}{-40}\right)$$

$$\frac{1}{f_{water}} = (\frac{9}{8} - 1)\left(\frac{1}{30} + \frac{1}{40}\right)$$

$$\frac{1}{f_{water}} = (\frac{1}{8})\left(\frac{70}{1200}\right)$$

$$\frac{1}{f_{water}} = \left(\frac{7}{960}\right)$$

$$f_{water} = \left(\frac{960}{7}\right)$$

$$\therefore f_{water} = 137cm$$

سوال نمبر(7):۔ ایک بصری نظام میں، دو مہین محدب عدسوں کو ایک دوسرے کے تعلق میں استعمال کیا گیا۔ اگر ایک محدب عدسے کا طول ماسکہ 15cm ہو اور دوسرے کا طول ماسکہ 10cm ہو تو اُس مجموعی نظام کا ماحصل طول ماسکہ معلوم کیجئے۔

جواب:۔ دیا ہوا ہے کہ،

$$f_1 = 15cm$$

$$f_2 = 10cm$$

$$f = ?$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{15} + \frac{1}{10}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{25}{150}$$

$$\therefore f = 6cm$$

سوال نمبر(8):۔ ایک محدب عدسہ کا طول ماسکہ 4.0cm ہے۔ اُسے استعمال کر کے ایک سادہ خورد بین تیار کی گئی۔ اُس کی تکبیری طاقت (Magnifying Power) معلوم کیجئے اگر، (1) تیار ہونے والی شبیہہ لاانتہاء فاصلے پر ہو۔ (2) تیار ہونے والی شبیہہ واضح بینائی کے فاصلہ (Distance of Distinct Vision) پر ہو۔

جواب:۔ دیا ہوا ہے کہ،

$$f = 4.0cm$$

واضح بینائی کا فاصلہ (Distance of Distinct Vision) عام طور پر 25cm ہوتا ہے۔

M. P. = ?

(1) اگر تیار ہونے والی شبیہہ لاانتہاء (Infinity) فاصلہ پر ہو۔

$$M.P. = \frac{D}{v} + \frac{D}{f}$$

$$M.P. = \frac{25}{\infty} + \frac{25}{4}$$

$$M.P. = 0 + 6.25$$

$$\therefore M.P. = 6.25$$

(2) اگر تیار ہونے والی شبیہہ واضح بینائی کے فاصلہ (D.D.V.) فاصلہ پر ہو۔

$$M.P. = \frac{D}{v} + \frac{D}{f}$$
$$M.P. = \frac{25}{25} + \frac{25}{4}$$
$$M.P. = 1 + 6.25$$
$$M.P. = 7.25$$

سوال نمبر(9):۔ ایک مرکب خوردبین کے لئے جسمیہ(Objective) اور چشمیہ(Eyepiece) کے طول ماسکہ بالترتیب 3.0cm اور 5.0cm ہیں۔ایک چھوٹا سا جسم(Object)، جسمیہ سے 4.0cm فاصلہ پر موجود ہے۔اگر تیار ہونے والی شبیہہ(Image) بینائی کے واضح فاصلہ پر حاصل ہوتی ہو تو تکبیری طاقت (Magnification Power)محسوب کیجئے۔

جواب:۔ دیا ہوا ہے کہ،

$$u_o = -4.0cm$$
$$f_o = 3.0cm$$
$$f_e = 5.0cm$$
$$D = 25cm$$
$$M.P. = ?$$

مرکب خوردبین کے جسمیہ کے لئے،

$$\frac{1}{v_o} - \frac{1}{u_o} = \frac{1}{f_o}$$
$$\frac{1}{v_o} - \frac{1}{-4} = \frac{1}{3}$$
$$\frac{1}{v_o} + \frac{1}{4} = \frac{1}{3}$$
$$\frac{1}{v_o} = \frac{1}{3} - \frac{1}{4}$$
$$\frac{1}{v_o} = \frac{1}{12}$$
$$\therefore v_o = 12$$

مرکب خوردبین کی تکبیری طاقت درجِ ذیل ہوتی ہے۔

$$M.P. = -\left(\frac{v_o}{u_o}\right)\left(1 + \frac{D}{f_e}\right)$$
$$M.P. = -\left(\frac{12}{4}\right)\left(1 + \frac{25}{5}\right)$$
$$M.P. = -(3)(1+5)$$
$$M.P. = -18$$

یہاں تکبیری طاقت کی قیمت منفی حاصل ہوئی ہے، جس سے ظاہر ہوتا ہے کہ تیار ہونے والی شبیہہ اُلٹی ہوگی۔

سوال نمبر(10):۔ ایک دُوربین(Telescope) کے جسمیہ(Objective) کا طول ماسکہ 200cm ہے، اور اُس کے چشمیہ(Eyepiece) کا طول ماسکہ 8cm ہے۔اُس دُوربین کی تکبیری طاقت اور لمبائی محسوب کیجئے۔

جواب:۔ دیا ہوا ہے کہ،

$$f_o = 200cm$$
$$f_e = 8cm$$

(1) تکبیری طاقت:۔

$$M.P. = -\left(\frac{f_o}{f_e}\right)$$

$$M.P. = -\left(\frac{200}{8}\right)$$

$$M.P. = -25$$

(2) دُور بین کی لمبائی:۔

$$L = f_o + f_e$$

$$L = 200 + 8$$

$$\therefore L = 208cm$$

سوال نمبر(11) دو ہر محدّب عدسہ (Double convex lens) کی دونوں منحنی سطحوں کے لئے انحناء کا نصف قطر بالترتیب 24 cm اور 8cm ہیں۔اس عدسہ کے سامنے، محور خاص پر ایک جسم (objcet) 16 cm کے فاصلے پر رکھا ہوا ہے۔اگر شیشہ کا انعطاف نم (R.I) 1.5 ہو تو تیار ہونے والا عکس کا عدسہ سے فاصلہ معلوم کیجئے؟

جواب:۔دیا ہوا ہے کہ

R_1 = 24 cm

R_2 = 24 cm

μ = 1.5

u = 16 cm

v = ?

$$\frac{1}{f} = (\mu - 1)\left[\frac{1}{R_1} = \frac{1}{R_2}\right] \quad \frac{1}{f} = (1.5 - 1).\left[\frac{1}{24} - \frac{1}{-8}\right]$$

$$\frac{1}{f} = (0.5).\left[\frac{1}{24} + \frac{1}{8}\right] \qquad \therefore \frac{1}{f} = \frac{1}{12} \qquad \therefore \frac{1}{f} = 12cm$$

ضابطہ:۔

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \qquad \frac{1}{v} - \frac{1}{-16} = \frac{1}{12}$$

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{16} = \frac{1}{12} \qquad \therefore \frac{1}{v} = \frac{1}{12} - \frac{1}{16}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{1}{42} \qquad \therefore v = 48\ cm$$

سوال نمبر(12)ایک فلکیاتی دوربین کے دونوں محدب عدسہ کے طویل ماسکہ بالترتیب 1.3m اور 0.05m ہیں۔اس دوربین کی تکبیری طاقت اور دوربین کی لمبائی معلوم کیجئے؟

جواب:۔دیا ہوا ہے کہ

f_o = 1.3m

f_e = 0.05 m

m.p = ?

فلکیاتی دوربین کی تکبیری طاقت کا ضابطہ

$$m.p = \frac{f_o}{f_e}$$

$$m.p = \frac{1.3}{0.05}$$

= 26

دوربین کی لمبائی کا ضابطہ۔

دوربین کی لمبائی = $f_o + f_e$

= 1.3 + 0.05 m

= 1.35 m

سوال نمبر(13):۔ایک مرکب خوردبین کے جسمیہ کا طویل ماسکہ 1cm ہے اور چشمہ کا طویل ماسکہ 2.5cm ہے ایک جسم کا فاصلہ جسمیہ سے 1.5cm ہے۔اگر تیار ہونے والا آخری عکس لا متناہی فاصلے (Infinity) پر تیار ہوتا ہو تو خوردبین کی تکبیری طاقت محسوب کیجئے؟

جواب:۔دیا ہوا ہے کہ

u = - 1.5cm

f_o = 1cm

f_e = 2.5 cm

M.P = ?

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} - \frac{1}{u} \qquad \frac{1}{v} = \frac{1}{f} + \frac{1}{u} \qquad \frac{1}{v} = \frac{1}{1} - \frac{1}{1.5}$$

$$= 1 - \frac{1}{1.5} \qquad = \frac{0.5}{1.5} \qquad v = 3\,cm$$

اگر آخری عکس لامتناہی فاصلہ پر تیار ہوتا ہو تو خوردبین کی تکبیری طاقت درج ذیل ہوتی ہے۔

$$M.P = \frac{-v}{u}\left[\frac{D}{f_e}\right] \qquad = \frac{-3}{=-1.5}\left[\frac{25}{2.5}\right]$$

$$= 2 \times 10 \quad M.P = 20$$

Multiple Choice Questions

متبادل اِنتخابی سوالات

سوال نمبر(1):۔ مقعر آئینہ سے بنی ہوئی شبیہہ کا مشاہدہ کرنے پر وہ مجازی، سیدھی اور شئے سے بڑی پائی گئی۔اُس شئے کا مقام۔۔۔۔۔۔۔ہوگا۔

(a) نقطہ ماسکہ اور مرکزِ انحناء کے درمیان

(b) مرکزِ انحناء پر

(c) مرکزِ انحناء سے دُور

(d) آئینہ کے قطب اور اُس کے نقطہ ماسکہ کے درمیان

سوال نمبر(2):۔ آپ آئینہ سے کتنے بھی فاصلے پر کھڑے ہوں، آپ کی شبیہہ سیدھی دکھائی پڑتی ہے۔ وہ آئینہ ۔۔۔۔۔۔ ہوسکتا ہے۔

(a) مسطح(Plane)

(b) مقعر(Concave)

(c) محدب (Convex)

(d) یا تو مسطح یا پھر محدب

سوال نمبر(3):۔ شعاعی بصریات(Ray Optics)میں نور کا مطالعہ کیا جاتا ہے، اگر۔۔۔۔۔۔۔۔

(a) انکسارِ نور(Diffraction)کو مکمل طور پر نظرانداز کیا جائے۔

(b) انکسارِ نور(Diffraction)کو مکمل طور پر اہمیت دی گئی ہو۔

(c) تداخلِ نور(Interference)کو مکمل طور پر نظرانداز کیا جائے۔

(d) تداخلِ نور(Interference)کو مکمل طور پر اہمیت دی گئی ہو۔

سوال نمبر(4):۔ کروی آئینوں میں اگر جسم(Object)اور آئینے کے درمیان شبیہہ(Image) تیار ہو، تو وہ شبیہہ۔۔۔۔۔۔۔۔ہوتی ہے۔

(a) تصوراتی

(b) مجازی

(c) حقیقی

(d) غیر مَرّ ئی

سوال نمبر(5):۔ کرّوی آئینہ کے پیچھے جو شبیہہ تیار ہوتی ہے، وہ ہمیشہ۔۔۔۔۔۔۔۔ہوتی ہے۔

(a) تصوراتی

(b) مجازی

(c) حقیقی

(d) غیر مَرّ ئی

سوال نمبر(6):۔ اگر کسی کروی آئینہ کا اِنحناء کا نصف قطر R ہو اور اُس کا طول ماسکہ f ہو تو۔۔۔۔۔۔۔

$R = f / 2$ (a)

$f = R / 2$ (b)

$R = f / 4$ (c)

$f = R / 4$ (d)

سوال نمبر(7):۔ درج ذیل میں سے صحیح ''آئینہ کی مساوات'' (Mirror Equation) ۔۔۔۔۔۔۔۔۔

$\frac{1}{v}+\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$ (a)

$\frac{1}{v}-\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$ (b)

$1+\frac{v}{u}=\frac{1}{f}$ (c)

$1-\frac{v}{u}=\frac{1}{f}$ (d)

سوال نمبر(8):۔ اکہری منحنی سطح (Single Curved Surface) سے ہونے والے انحراف کیلئے صحیح ضابطہ۔۔۔۔۔۔۔۔

$\frac{\mu_2}{v}-\frac{\mu_1}{u}=\frac{\mu_2+\mu_1}{R}$ (a) $\quad \frac{\mu_2}{v}+\frac{\mu_1}{u}=\frac{\mu_2-\mu_1}{R}$ (b)

$\frac{\mu_2}{v}-\frac{\mu_1}{u}=\frac{\mu_2-\mu_1}{R}$ (c) $\quad \frac{\mu_2}{v}+\frac{\mu_1}{u}=\frac{\mu_2+\mu_1}{R}$ (d)

سوال نمبر(9):۔ عدسہ ساز کا ضابطہ (Lens Maker's Formula)۔۔۔۔۔؟

$\frac{1}{f}=\left(\frac{\mu_2}{\mu_1}+1\right)\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right)$ (a) $\quad \frac{1}{f}=\left(\frac{\mu_2}{\mu_1}-1\right)\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)$ (b)

$\frac{1}{f}=\left(\frac{R_2}{R_1}+1\right)\left(\frac{1}{\mu_1}+\frac{1}{\mu_2}\right)$ (c) $\quad \frac{1}{f}=\left(\frac{R_2}{R_1}-1\right)\left(\frac{1}{\mu_1}-\frac{1}{\mu_2}\right)$ (d)

سوال نمبر(10):۔ عدسہ کا ضابطہ (Lens Formula) ۔۔۔۔۔۔۔۔۔؟

$\frac{1}{f}=\frac{1}{v}-\frac{1}{u}$ (a) $\quad \frac{1}{f}=\frac{1}{v}+\frac{1}{u}$ (b)

$f=v+u$ (c) $\quad f=v-u$ (d)

سوال نمبر(11):۔اگر دو مہین محدب عدسوں کے طول ماسکہ بالترتیب 10cm اور 15cm ہوں تو اُن کو آپس میں تعلق میں رکھنے پر ماحصل طول ماسکہ۔۔۔؟

25cm (a) $\quad$ 5cm (b)

0.167cm (c) $\quad$ 6cm (d)

سوال نمبر(12):۔اگر تیار ہونے والی شبیہہ واضح بینائی کے فاصلے (D.D.V.) پر ہو تو سادہ خوردبین کی تکبیری طاقت (magnifying power)۔۔۔؟

$M.P.=\frac{D}{f}$ (a) $\quad M.P.=1-\frac{D}{f}$ (b)

$M.P.=1+\frac{D}{f}$ (c) $\quad M.P.=\frac{v}{u}\times\frac{D}{f}$ (d)

سوال نمبر(13):۔کسی بھی مرکب خوردبین کی تکبیری طاقت (magnifying power) کا ضابطہ ۔۔۔؟

$M.P.=-\left(\frac{f_o}{u_o-f_o}\right)\left(1+\frac{D}{f_e}\right)$ (a) $\quad M.P.=-\left(\frac{f_o}{u_o+f_o}\right)\left(1-\frac{D}{f_e}\right)$ (b)

$M.P.=-\left(\frac{f_o}{u_o}\right)\left(1-\frac{D}{f_e}\right)$ (c) $\quad M.P.=-\left(\frac{f_o}{u_o}\right)\left(1+\frac{D}{f_e}\right)$ (d)

سوال نمبر(14):۔کسی بھی فلکیاتی دُوربین کی تکبیری طاقت (Magnifying Power) ۔۔۔۔۔۔۔؟

$M.P.=1-\frac{f_e}{f_o}$ (a) $\quad M.P.=-\frac{f_e}{f_o}$ (b)

(c) $M.P. = 1 + \frac{f_o}{f_e}$ (d) $M.P. = -\frac{f_o}{f_e}$

سوال نمبر(15):۔ کسی ڈکشنری کے چھوٹے حروف پڑھنے کیلئے آپ کون سے لینس (عدسہ) کا استعمال کرنا پسند کریں گے؟

(a) 50cm طولِ ماسکہ والا محدب عدسہ (b) 5cm طولِ ماسکہ والا محدب عدسہ

(c) 50cm طولِ ماسکہ والا مقعر عدسہ (d) 5cm طولِ ماسکہ والا مقعر عدسہ

Answer Key

Q. No. (1)---(d)	Q. No. (5)---(b)	Q. No. (9)---(b)	Q. No. (13)---(a)
Q. No. (2)---(d)	Q. No. (6)---(b)	Q. No. (10)---(a)	Q. No. (14)---(d)
Q. No. (3)---(a)	Q. No. (7)---(a)	Q. No. (11)---(d)	Q. No. (15)---(b)
Q. No. (4)---(c)	Q. No. (8)---(c)	Q. No. (12)---(c)	

☆☆☆☆☆

☆☆☆

☆

10۔ برقی سکونیات (Electrostatics)

برقی سکونیات کی مختصر تاریخ : A Brief History of Electrostatics

آج ہماری زندگی میں برقی رو(Electric Current) کا ایک بہت ہی اہم رول ہے۔ برقی رو کے بغیر ہماری زندگی میں موجود بے شمار سہولتیں ہم سے دور ہوجائینگی، اور ہم ایک ایک ایسی دنیا میں پہونچ جائینگے جہاں نہ تو راتوں میں روشنی ہوگی اور نہ ہی گھروں میں ہماری سہولتوں کا ساز وساماں ہوگا۔ آج ہماری روزمرہ زندگی میں برقی رو کے کئی استعمال موجود ہیں، مثلاً ٹیلی وژن، ریڈیو، گھروں میں روشنی، کسانوں کے لئے برقی پمپ، مختلف چھوٹے بڑے کارخانوں میں مشینوں کو چلانے وغیرہ وغیرہ۔۔۔ چند ایسے استعمال ہیں جو ہمیں ہماری زندگی میں برقی رو کی اہمیت واضح کرتے ہیں۔

برقی رو کی ایجاد کا سہرہ درحقیقت Miletus کے عظیم فلاسفر Thales کے سر جاتا ہے، جس نے سب سے پہلے اس بات کا مشاہدہ کیا کہ اگر عنبر (Amber) کو کسی اونی کپڑے سے رگڑا جائے تو اس میں کاغذ کے ٹکڑوں یا پرندوں کے چھوٹے چھوٹے پروں کو کشش کرنے کی صلاحیت پیدا ہوجاتی ہے۔ Thales کے سینکڑوں سال بعد 100A.D. میں Dr. William Gilbert نے مشاہدہ کیا کہ عنبر کی طرح اور بھی کئی اشیاء ایسی ہیں جن میں، کسی دوسری مناسب شئے سے رگڑنے پر، چھوٹے اجسام کو کشش کرنے کی صلاحیت پیدا ہوجاتی ہے۔ مثال کے طور پر اگر ہم سوکھے بالوں میں ربر کے بنے کنگھے کو گھمائیں تو اس کنگھے میں بھی کاغذ کے ٹکڑوں کو کشش کرنے کی صلاحیت پیدا ہوجاتی ہے۔

ان تمام مثالوں سے ظاہر ہوتا ہے کہ اگر ہم ایک غیر موصل شئے کو دوسرے غیر موصل شئے سے رگڑیں تو یہ مخصوص کشش کی صلاحیت پیدا ہوجاتی ہے۔ یہ کشش درحقیقت رگڑ سے پیدا ہونے والے برق رواں کی وجہ سے ہوتی ہے۔ اس برق رواں کو Frictional Electricity یعنی رگڑ کی برقی رو کہا جاتا ہے۔ رگڑ کی وجہ سے پیدا ہونے والے یہ تمام برقی بار ایک جگہ سے دوسری جگہ منتقل نہیں ہوسکتے بلکہ اپنی اپنی جگہ ساکن حالت میں رہتے ہیں۔ اسی لئے انہیں سکونی برقی بار(Static Charges) کہا جاتا ہے۔

رگڑ سے پیدا ہونے والی برق(Frictional Electricity):-

اگر دو غیر موصل اشیاء(Insulating Materials) کو ایک دوسرے پر رگڑیں تو ان کے درمیان برقی بار (الیکٹران) کے انتقال کا عمل ہوجاتا ہے۔ الیکٹرون کے انتقال سے ایک شئے پر مثبت برقی بار(Positive Charge) آجاتا ہے اور دوسری شئے پر منفی برقی بار(Negative Charge)۔

مثال کے طور پر

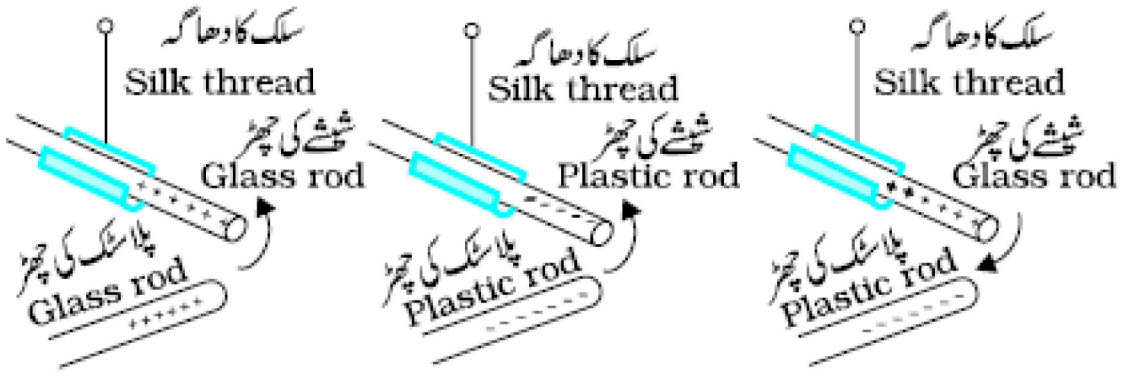
۱) جب شیشے کی سلاخ کو ریشم کے کپڑے سے رگڑتے ہیں تو شیشے کی سلاخ کے الیکٹران ریشم کے کپڑے میں منتقل ہوجاتے ہیں۔ اس طرح سے شیشے کی سلاخ پر مثبت برقی بار آجاتا ہے۔ اور ریشم کے کپڑے پر منفی برقی بار۔

۲) جب Ebonite کو Fur سے رگڑتے ہیں تو Ebonite کی سلاخ پر منفی برقی بار آجاتے ہیں اور Fur پر مثبت برقی بار۔

برقیدہ شیشے کی سلاخ کے قریب اگر دوسری برقیدہ شیشے کی سلاخ لائیں تو ان کے درمیان دفع کا عمل ہوتا ہے۔ اسی طرح سے برقیدہ Ebonite سلاخ کو دوسری برقیدہ Ebonite سلاخ کے قریب لائیں تو ان کے درمیان بھی دفع کا عمل پایا جاتا ہے۔ لیکن جب برقیدہ شیشے کی سلاخ کے قریب دوسری Ebonite کی سلاخ لائیں تو ان کے درمیان کشش کا عمل پایا جاتا ہے۔

اس خلاصہ سے ظاہر ہوتا ہے کہ ایک جیسے برقی باروں کے درمیان دفع کا عمل پایا جاتا ہے۔ اور غیر یکساں برقی باروں کے درمیان کشش کا عمل پایا جاتا ہے۔ Benjamin Franklin نامی عظیم سائنسداں نے سب سے پہلے برقی باروں کی فطرت کی بنیاد پر، انہیں مثبت برقی بار یا منفی برقی بار، دو قسموں میں تقسیم کیا۔ درج ذیل جدول میں کچھ مثالیں دی گئی ہیں جو مثبت یا منفی برقی باروں کی تقسیم کو ظاہر کرتا ہے۔

Sr. No.	مثبت برقی بار	منفی برقی بار
1.	شیشہ کی سلاخ	ریشم کا کپڑا
2.	بلی کی کھال	ایبونائٹ سلاخ
3.	اون کا کپڑا	عنبر
4.	اون کا کپڑا	ربر کے جوتے
5.	اون کا کپڑا	پلاسٹک کے سامان

اِن تمام مثالوں کو درج ِ ذیل خاکہ میں دکھایا گیا ہے۔

جن اشیاء سے الیکٹران منتقل ہوتے ہیں، اُن پر مثبت برقی بار آ جاتا ہے اور جن اشیاء پر الیکٹران منتقل ہوتے ہیں، اُن پر منفی برقی بار آ جاتا ہے۔ رگڑ کی وجہ سے پیدا ہونے والے برقی باروں کی چند مثالیں درج ِ ذیل ہیں۔

(۱) جب بادل ایک دوسرے سے ٹکراتے ہیں تو اُن میں رگڑ کی وجہ سے برقی بار پیدا ہو جاتے ہیں اور بجلی چمکنے (Lightening) کا عمل دکھائی دیتا ہے۔

(۲) جب سوکھے بالوں میں کنگھی کرتے ہیں تو بالوں میں اور کنگھی میں برقی بار آ جاتے ہیں۔

برقی باروں کی بقاء (Conservation of Charges):۔

برق رواں کے مختلف تجربات سے ثابت ہو چکا ہے کہ،

' برقی باروں کو نہ تو پیدا کیا جا سکتا ہے اور نہ ہی اُنہیں فنا کیا جا سکتا ہے۔۔۔لیکن برقی باروں کو ایک جسم سے دوسرے جسم میں منتقل کیا جا سکتا ہے۔'

اس بیان کو برقی باروں کی بقاء کا قانون کہتے ہیں۔اسے درج ذیل مثالوں کی مدد سے سمجھا جا سکتا ہے۔

(۱) جب شیشہ کی سلاخ کو ریشم سے رگڑتے ہیں، تو شیشہ کی سلاخ پر مثبت برقی بار پیدا ہو جاتا ہے اور ریشم کے کپڑے پر منفی برقی بار پیدا ہو جاتا ہے۔ یہ عمل درحقیقت برقی باروں (الیکٹران) کے سلاخ سے کپڑے میں منتقل ہونے کی وجہ سے ہوتا ہے۔اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ برقی باروں کی مجموعی تعداد ہمیشہ مستقل رہتی ہے۔

(۲) کسی بھی جوہر کے مرکزے پر برقی بار دراصل Protons کی تعداد کے برابر ہوتا ہے۔مختلف نیوکلیائی تعاملات (Nuclear reactions) میں دیکھا گیا ہے کہ برقی باروں کی تعداد ہمیشہ مستقل رہتی ہے۔مثال کے طور پر درج ذیل نیوکلیائی تعامل پر غور کیجئے،

$$_0\mathrm{n}^1 + {}_{92}U^{235} \rightarrow {}_{56}Ba^{141} + {}_{36}Kr^{92} + 3\,{}_0n^1$$

اس تعامل سے ظاہر ہوتا ہے کہ نیوکلیائی انشقاق کے عمل سے پہلے Protons کی تعداد 92 تھی اور اس عمل کے بعد بھی یہ تعداد 92 ہی حاصل ہوئی۔اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ برقی باروں کی تعداد ہمیشہ مستقل رہتی ہے۔

برقی باروں کی اہم خصوصیات درج ذیل ہیں،

(۱) ایک جیسے برقی بار ہمیشہ ایکدوسرے کو دفع کرتے ہیں۔

(۲) غیر یکساں برقی بار ہمیشہ ایکدوسرے کو کشش کرتے ہیں۔

(۳) کسی ذرہ کو ملنے والے چھوٹے سے چھوٹے برقی بار (مثبت یا منفی) ہمیشہ ایک جیسے ہوتے ہیں۔یعنی برقی باروں کی اقل ترین مقدار ہمیشہ ایک جیسی ہوتی ہے۔

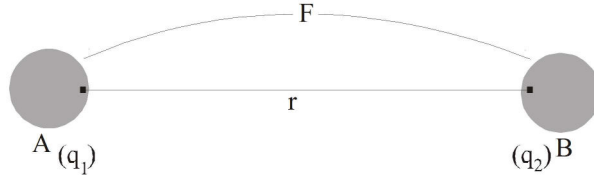
(۴) برقی بار فطرتاً اجتماعی (Additive Nature) ہوتے ہیں۔ یعنی برقی باروں کی الجبرائی جمع کی جا سکتی ہے۔ کسی بھی جسم میں موجود تمام برقی باروں کا الجبرائی مجموعہ ہمیشہ کل برقی بار کے برابر ہوتا ہے۔

(۵) برقی بار ہمیشہ مقداریت (Quantisation) کا مظاہرہ کرتے ہیں۔یعنی کسی بھی جسم میں موجود برقی بار ہمیشہ "n. e" کے برابر ہوتے ہیں، یہاں ' n ' ایک کامل صحیح عدد ہے جس کی قیمت ہمیشہ 1,2,3,4,...... ہوتی ہے۔اور ' e ' ایک الیکٹران کا برقی بار ہے۔اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ برقی بار کبھی کسری اعداد (مثلاً.......1.5, 2.9, 3.4) میں ممکن نہیں ہوتے، بلکہ ہمیشہ کامل عدد کے برابر ہوتے ہیں۔

(۶) کسی بھی نظام میں موجود کل برقی بار ہمیشہ مستقل ہوتے ہیں۔

(۷) برقیدہ جسم کی بے انتہاء تیز رفتار کا برقی بار پر کوئی اثر نہیں پڑتا ہے۔یعنی برقی باروں پر، (Albert Einstein کے نظریہ اضافیت کے مطابق)، رفتار کا کوئی اثر نہیں پڑتا ہے۔

کولمب کا قانون(Coulomb's Law):۔ 'دو برقیدہ جسموں کے درمیان پیدا ہونے والیبرقی سکونی قوت ہمیشہ ان جسموں کے برقی باروں کے حاصل ضرب کے ساتھ راست تناسب میں ہوتی ہے۔اور ان کے درمیانی فاصلہ کے مربع کے معکوس تناسب میں ہوتی ہے۔'

اس بیان کو کولمب کا قانون کہا جاتا ہے۔

فرض کیجیئے کہ A اور B دو مختلف جسم ہیں جنھیں "q1" اور "q2" سے برقایا گیا ہے۔اور ان کا درمیانی فاصلہ "r" ہے ان جسموں کے درمیان کولمب کے قانون کے پہلے حصّہ مطابق

$$F \propto q_1 \times q_2 \text{ --------(1)}$$

کولمب کے قانون کے دوسرے حصّہ کے مطابق

$$F \propto \frac{1}{r} \text{ ------------(2)}$$

مساوات (1) اور (2) کو ایک ساتھ ملانے پر

$$F \propto \frac{q_1 \times q_2}{r^2}$$

$$\therefore F = \left(\frac{1}{4\pi\varepsilon}\right)\frac{q_1 \times q_2}{r^2}$$

یہ ضابطہ کولب کے قانون کو ظاہر کرتا ہے۔یہاں "$\frac{1}{4\pi\varepsilon}$" ایک مستقل ہے۔ اس مستقل میں

موجود ε

کو Permitivity کہا جاتا ہے۔جس کا تعلق اس مادّی واسطہ سے ہوتا ہے جو کہ برقیدہ جسموں کے درمیان موجود ہوتا ہے۔

اس قانون کو Inverse Square Law بھی کہا جاتا ہے کیونکہ اس قانون میں فاصلے کے مربع سے معکوس تناسب کا ذکر موجود ہے۔

کولمب کے قانون کی خامیاں:۔(Limitations of Coulomb's Law)

کولمب کے قانون میں درج ِ ذیل خامیاں موجود ہیں۔

(۱) یہ قانون صرف چھوٹے چھوٹے نقطہ نما ساکن برقی باروں کے لئے صحیح ثابت ہوتا ہے،لیکن برقائے ہوئے بڑے جسموں کیلئے یہ قانون غلط ثابت ہوتا ہے۔

(۲) یہ قانون برقائے ہوئے اجسام کیلئے صرف اُس وقت قابل عمل ہوتا ہے جب اُن اجسام کا درمیانی فاصلہ مقابلتاً کافی وسیع ہو۔

برقی باروں کی اکائی:۔ (Unit of Electric Charges)

S.I. نظام میں برقی باروں کی اکائی Coulomb ہوتی ہے۔ 1 Coulomb برقی بار کی تعریف درج ِ ذیل ہے۔

'' اگر دو یکساں برقی باروں کا درمیانی فاصلہ 1m ہو اور اُن کے درمیان برقی سکونی قوت ِ دفع کی قدر 9 X 10⁹ N ہو تو اُس برقی بار کی قدر 1 Coulomb ہوتی ہے۔''

اِسے عام طور پر C سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$F = 9 \times 10^9 \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

اگر $q_1 = q_2$ ہو اور $r = 1m$ ہو تو $F = 9 \times 10^9 N$ ہوتی ہے۔

$$\therefore q^2 = 1$$

$$\therefore q = \pm 1 Coulomb$$

برقی باروں کے انطباق کا اصول:(Principle of superposition of Charges)

'جب ایک ساتھ بہت سے برقی بار ایک دوسرے کے ساتھ باہمی تعامل کر رہے ہوں تو کسی دیئے گئے برقی بار پر عمل کرنے والی قوت، ہمیشہ تمام برقی باروں کی انفرادی قوتوں کے ماحصل کے برابر ہوتی ہے۔'

اس بیان کو برقی باروں کے انطباق کا اصول کہتے ہیں۔

اس اصول کا ریاضیاتی ضابطہ درج ذیل ہے۔

$$\sum F = F_1 + F_2 + F_3 + ...$$

برقی کثافت (Charge Density):۔ جب کسی جسم کو برقی باروں سے برقایا جاتا ہے۔تو وہ تمام برقی بار اس جسم میں تقسیم ہوجاتے ہیں۔ برقی باروں کی یہ تقسیم، ہمیشہ جسم کی فطرت اور نوعیت پر منحصر ہوتی ہے۔ برقی باروں کی اس تقسیم کو عموماً برقی کثافت کہا جاتا ہے۔

برقی کثافت کی درج ذیل تین قسمیں ہوتی ہیں۔

(ا) برقی خطی کثافت: (Linear Charge Density):۔ اگر جسم ایک لمبا طویل تار نما جسم ہو تو اس جسم میں برقی باروں کی تقسیم ہمیشہ اسکی لمبائی میں ہوتی ہے۔ ایسی حالت میں برقی بار اور لمبائی کے تناسب کو برقی خطی کثافت کہا جاتا ہے۔

عام طور پر اسے λ سے ظاہر کرتے ہیں۔اور اس کا ضابطہ درج ذیل ہوتا ہے۔

$$\lambda = \frac{Q}{L}$$

S.I. نظام میں اس کی اکائی C/m ہوتی ہے۔

(۲) برقی سطحی کثافت: (Surface Charge Density):۔ اگر کوئی جسم مستوی نما (یعنی ایک سطح میں پھیلا ہوا) ہو اور اسے برقی باروں سے برقایا جائے تو یہ تمام برقی بار جسم کی مکمل سطح میں منقسم ہوجاتے ہیں۔ایسی حالت میں برقی بار اور جسم کے سطحی رقبہ کے تناسب کو برقی سطحی کثافت کہتے ہیں۔

عام طور پر اسے σ سے ظاہر کرتے ہیں۔اور اس کا ضابطہ درج ذیل ہوتا ہے۔

$$\sigma = \frac{Q}{A}$$

S.I. نظام میں اس کی اکائی C/m^2 ہوتی ہے۔

(۳) برقی حجمی کثافت:(Volume Charge Density):۔ اگر کسی جسم کو برقی باروں سے برقانے پر یہ تمام برقی بار مکمل حجم میں تقسیم ہوجاتے ہوں تو برقی بار اور جسم کے حجم کے تناسب کو برقی حجمی کثافت کہتے ہیں۔

عام طور پر اسے ρ سے ظاہر کرتے ہیں، اور اسکا ضابطہ درج ذیل ہوتا ہے،

$$\rho = \frac{Q}{V}$$

S.I. نظام میں اسکی اکائی C/m^3 ہوتی ہے۔

مثال کے طور پر اگر برقی باروں کو کسی کروی جسم کے حجم میں تقسیم کیا گیا ہو تو برقی حجمی کثافت کا ضابطہ درج ذیل ہوتا ہے،

$$\rho = \frac{Q}{\left(\frac{4}{3}\right)\pi R^3}$$

برقی خط قوت (Electric Lines of Force):۔ برقی میدان میں کسی اکائی مثبت برقی بار کو آزاد چھوڑنے پر وہ جس خطی راستے سے حرکت کرتا ہے تو اسے برقی خط قوت کہا جاتا ہے۔ برقی خطی قوت کی اہم خصوصیات درج ذیل ہیں۔

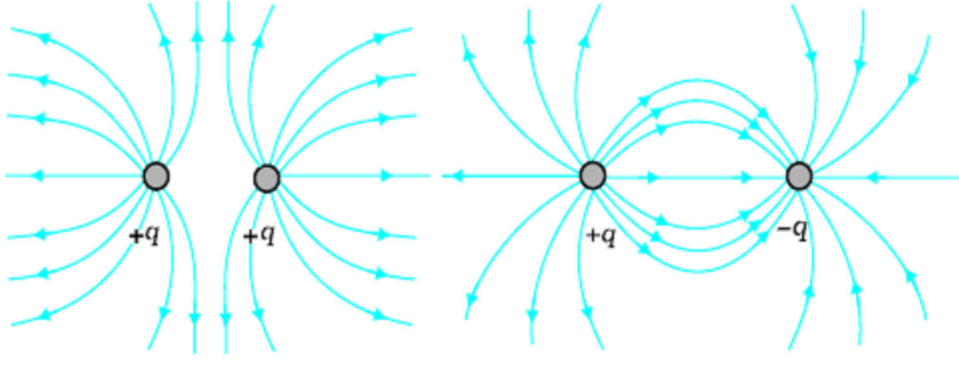
۱) برقی خط قوت ہمیشہ مثبت برقی بار سے شروع ہوتے ہیں اور منفی برقی بار پر ختم ہوجاتے ہیں۔

۲) برقی خط قوت کبھی ایک دوسرے کو قطع (Intersect) نہیں کرتے ہیں۔

۳) برقی خط قوت کی تعداد ہمیشہ برقی میدان کی حدّت (Intensity) کو ظاہر کرتی ہے۔

۴) برقی خط قوت ہمیشہ برقی موصل (Conductor) کی سطح سے عموداً ہوتے ہیں۔

۵) اگر برقی میدان کی حدّت یکساں ہو تو برقی خط قوت ایک دوسرے سے مساوی فاصلے پر اور آپس میں متوازی ہوتے ہیں۔

۶) برقی خط قوت پر موجود کسی بھی نقطہ پر کھینچا جانے والا مماس ہمیشہ برقی میدان کی حدّت کو ظاہر کرنا ہے۔

برق روک مستقل(Dielectric Constant):۔ کسی واسطہ کی Permitivity اور خلاء کی Permitivity کے تناسب کو برق روک مستقل کہا جاتا ہے۔ عام طور اسے "K" سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$K = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0}$$

برق روک مستقل کو اکثر اوقات Relative Permitivity بھی کہا جاتا ہے اور اسے m0 سے بھی ظاہر کرتے ہیں۔

برق روک مستقل کی قمیت پر سے کسی شئے کی برقی ایصالت (Conductivity) کا اندازہ لگایا جا سکتا ہے۔ اگر برق روک مستقل کی قمیت بہت کم ہو تو شئے بہترین حاجب (Insulator) ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر کچھ اشیاء کی برق روک مستقل کی قمتیں درج ذیل ہیں۔

خلاء = 1

ہوا = 1.00059

ربر = 2.94

کانچ = 5 to 10

پانی = 78.54

Teflon = 2.1

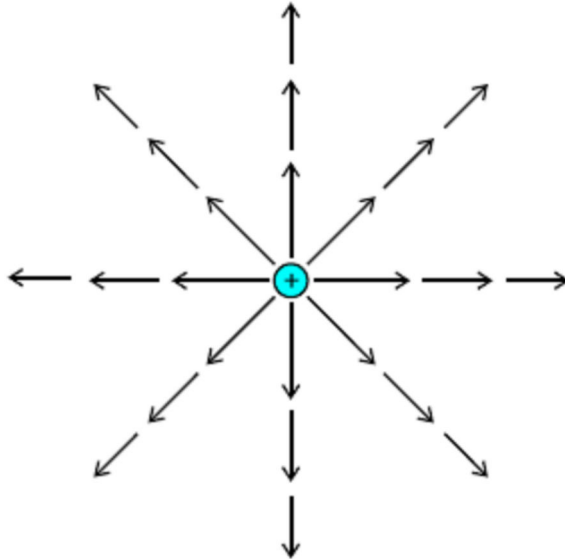
درج بالا قیمتوں سے ظاہر ہوتا ہے کہ ہوا اور خلاء ایک دوسرے سے برقی اعتبار سے مشابہ ہوتے ہیں۔

ایک نقطی برقی بار کی حدت (Electric Field Intensity due to a point charge):

کسی بھی برقی بار کے اطراف پیدا ہونے والا علاقہ، جہاں برقی قوت کو محسوس کیا جا سکتا ہے۔ کو برقی میدان کہتے ہیں۔

کسی بھی نقطہ پر اکائی مثبت برقی بار عمل کرنے والی برقی سکونی قوت کو اس کے لیئے برقی حدّت کہا جاتا ہے۔

+Q $\bar{r}$ +q $\bar{E}$

−Q $\bar{r}$ $\bar{E}$ +q

ایک نقطہ چارج کا میدان

فرض کیجیئے کہ برقی بار Q کے اطراف برقی میدان موجود ہے اس برقی میدان میں ایک اکائی مثبت برقی بار " q + " موجود ہے۔

جس کا فاصلہ ابتدائی بار Q سے r ہے اس فاصلہ پر موجود نقطہ پر برقی حدت F/q ہوتی ہے۔

کولمب کے قانون کے مطابق دونوں برقی باروں کے درمیان پیدا ہونے والی برقی سکونی قوت درج ذیل ہوگی۔

$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q \cdot Q}{r^2}$$

$$\therefore \frac{F}{q} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2}$$

برقی حدّت کی تعریف کے مطابق

$$E = \frac{F}{q}$$

$$\therefore E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{Q}{r^2}$$

Vector Form میں برقی حدت کا ضابطہ درج ذیل ہوگا

$$\overline{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2} \cdot \frac{\overline{r}}{r}$$

یہاں "r" ایک اکائی سمتیہ ہے جس کی سمت درج بالا خاکہ کے مطابق ہوتی ہے۔

برقی میدان (Electric Field):۔

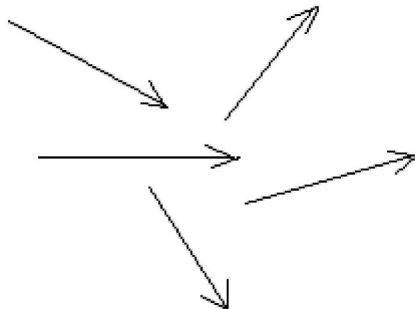
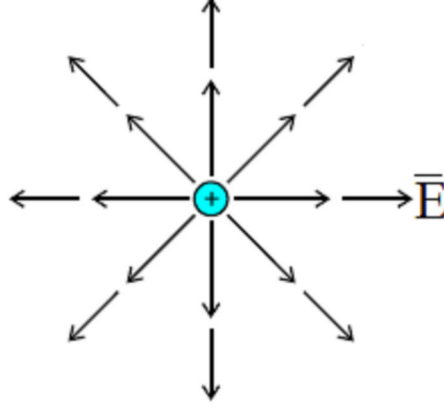
کسی بھی برقی بار کے اطراف پایا جانے والا ایسا تصوراتی علاقہ جہاں اُس برقی بار کی برقی سکونی قوت کا اثر پایا جاتا ہے، اُسے برقی میدان کہتے ہیں۔
عام طور پر برقی میدان ایک تصوراتی کرّوی علاقہ (Spherical region) ہوتا ہے۔ برقی میدان کی شدت (Electric Intensity) درجِ ذیل ضابطہ سے ظاہر کی جاتی ہے۔

$$\overline{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2} \cdot \frac{\overline{r}}{r}$$

یہاں $\frac{\overline{r}}{r}$ ایک اکائی سمتیہ (Unit Vector) ہے، جو کہ دیئے گئے برقی بار سے r فاصلے پر موجود نقطہ کی جانب ہوتا ہے۔

برقی میدان کی قسمیں (Types of Electric Field):۔ برقی میدان کی تین قسمیں ہوتی ہیں۔

(۱) یکساں برقی میدان (Uniform Electric Field):۔ اگر کسی برقی میدان میں برقی حدت ($\overline{E}$) کی قدر اور سمت دونوں، تمام مقامات پر ایک جیسی (یعنی مستقل) ہو، اُسے یکساں برقی میدان کہتے ہیں۔ اِسے درجِ ذیل خاکہ میں دکھایا گیا ہے۔

(۲) غیر یکساں برقی میدان (Non Uniform Electric Field):۔ اگر کسی برقی میدان میں برقی حدت ($\overline{E}$) کی قدر یا سمت یا دونوں، مختلف مقامات پر مختلف (یعنی غیر مستقل) ہوں، اُسے غیر یکساں برقی میدان کہتے ہیں۔ اِسے درجِ ذیل خاکہ میں دکھایا گیا ہے۔

(۳) نصف قطری برقی میدان (Radial Electric Field):- اگر کسی برقی میدان میں برقی حدت ($\overline{E}$) کی سمت، کسی ایک مقررہ نقطہ پر مرکوز ہو رہی ہو، یا کسی ایک مقررہ نقطہ سے باہر کی جانب ہو، اُسے نصف قطری برقی میدان کہتے ہیں۔ اِسے درج ِ ذیل خاکہ میں دکھایا گیا ہے۔

برقی میدان کا طبعی مفہوم (Physical Significance of Electric Field):-

برقی میدان کے تصور کی اہمیت اُس وقت واضح ہوتی ہے، جب ہم برقی سکونیات سے آگے بڑھتے ہیں اور وقت کے تابع، برقی مقناطیسی مظاہر کی وضاحت کرنے کی کوشش کرتے ہیں۔فرض کیجئے کہ ہمیں دو برقی باروں q_1 اور q_2 کے درمیان برقی قوت معلوم کرنا ہے، جب کہ دونوں برقی بار ایک دوسرے سے کچھ فاصلے پر ہیں اور اسراع پذیر حرکت کر رہے ہیں۔اب وہ زیادہ سے زیادہ رفتار، جس سے ایک سگنل (Signal) ایک نقطے سے دوسرے نقطے تک پہنچ سکتی ہے، 'C' روشنی کی رفتار ہے۔اِس لئے q کے حرکت کرنے کا کوئی اثر q پر فوری نہیں ہوسکتا۔اثر (یعنی q_2 پر قوت) اور سبب (q کا حرکت کرنا) کے مابین کچھ نہ کچھ وقفہ وقت ضرور ہوگا۔یہی وہ مقام ہے جہاں برقی میدان کا تصور ایک قدرتی اور کارآمد تصور ہوتا ہے۔میدان کا تصور یہ تصویر پیش کرتا ہے:

برقی بار q کی اسراع پذیر حرکت برقی مقناطیسی لہریں پیدا کرتی ہیں۔جو پھر چال C سے اشعاع ہوتی ہیں اور q_2 تک پہنچتی ہیں اور پھر q_2 پر قوت لگاتی ہیں۔ میدان کا تصور اِس درمیانی وقفہ وقت کی خوبصورتی کے ساتھ وضاحت کرتا ہے۔لہذا، حالانکہ برقی اور مقناطیسی میدانوں کی شناخت صرف اُن کے برقی باروں پر اثرات (قوتوں) کے ذریعے کی جاسکتی ہے، پھر بھی اُنہیں صرف ایک ریاضیاتی عبارت (Mathematical Construct) نہیں سمجھا جاتا بلکہ طبعی ہستی مانا جاتا ہے۔اُن کی اپنی ایک جداگانہ حرکیات (independent dynamics) ہوتی ہے، یعنی کہ اُن کے اپنے ارتقائی قوانین ہوتے ہیں۔یہ توانائی کا نقل وحمل (Transport) بھی کرسکتے ہیں۔اِس لیے ایک تابع ِ وقت برقی مقناطیسی میدانوں کے وسیلے کو اگر مختصر وقفہ اوقات کے لئے فعال کرکے ہٹالیا جائے، تو وہ اپنے پیچھے توانائی کا حمل کرتے ہوئے برقی مقناطیسی میدانوں کا اشعاع چھوڑ جاتا ہے۔برقی میدان کا تصور سب سے پہلے فیراڈے (Faraday) نے پیش کیا اور اب یہ علم ِ طبیعات کے مرکزی تصورات میں شامل ہے۔

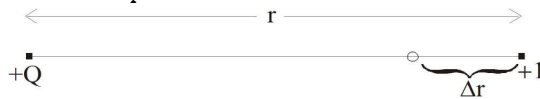
ایک نقطی برقی بار کی حدت:

(Electric Field Intensity due to a point charge)

کسی بھی اکائی مثبت برقی بار کو لامتناہی فاصلہ (infinity) سے کسی دیئے گئے نقطے تک پہونچانے کے لیئے کئے گئے کام کو برقی قوی کہا جاتا ہے۔

r

+Q ———— +1

Δr

فرض کیجیئے کہ برقی بار Q+ کے اطراف برقی میدان موجود ہے۔اس برقی بار سے "r" فاصلے پر برقی بار "1+" موجود ہے۔ان برقی باروں کے درمیان پیدا ہونے والی برقی سکونی قوت درج ذیل ہوگی۔

$$\overline{F} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Q \times 1}{r^2} \cdot \frac{\overline{r}}{r}$$

اس قوت کی قدر (Magnitude) درج ذیل ہوگی۔

$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2} - - - - - - - - (1)$$

کائی برقی بار کو Δr فاصلہ تک حرکت دینے کے دوران کیئے جانے والا کام درج ذیل ہوگا۔

ہٹاؤ x قوت = کام

$$\Delta W = F \times \Delta r$$

$$\therefore \Delta W = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2} \cdot \Delta r - - - - - (2)$$

Infinity سے "r" فاصلہ طے کرنے کے دوران کیا جانے والا مکمل کام درج ذیل ہوگا۔

$$W = \int_{\infty}^{r} \Delta W$$

$$\therefore W = \int_{\infty}^{r} -\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2} dr \qquad (\Delta r = dr)$$

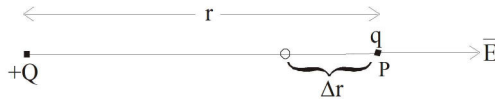
$$\therefore W = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 \cdot r}$$

کام درحقیقت برقی قوی کوظاہر کرتا ہے۔

$$\therefore V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Q}{r}$$

یہ ضابطہ برقی قوی کوظاہر کرتا ہے۔

برقی حدت اور برقی قوی کا تعلق

(Relation between Electric Intensity and Electric Potential):۔

فرض کیجیئے کہ برقی بار "Q" سے "r" فاصلے پر موجود نقطہ P ہے جہاں برقی حدت E ہے۔

اگر اس نقطہ پر عمل کرنے والی قوت F ہو تو برقی حدت درج ذیل ہوتی ہے۔

$$E = \frac{F}{q}$$

$$\therefore F = E.q - - - - - - - - (1)$$

کسی نقطہ کو Infinity سے r فاصلے پر کانے کے لیئے کئے گئے کام کا ضابطہ درج ذیل ہوگا۔

کسی نقطہ کو Infinity سے Δr فاصلے پر کانے کے لیئے کئے گئے کام کا ضابطہ درج ذیل ہوگا۔

$$F \times \Delta r = E \cdot q \cdot \Delta r$$

$$\therefore \Delta W = E \cdot q \cdot \Delta r$$

یا

$$dW = E \cdot q \cdot dr \longrightarrow (2)$$

کام ہمیشہ برقی قوی کے برابر ہوتا ہے۔

$$dV = E.q.dr$$

$$\frac{dV}{dr} = E.q$$

اکائی مثبت برقی بار کے لیئے۔

$$\frac{dV}{dr} = E$$

اس ظابطہ میں "$^{dV}/_{dr}$" اس ظابطہ میں موجود برقی قوی فی اکائی فاصلہ (Potential Gradient) " موجو

ہوتا ہے۔اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ برقی حدّت ہمیشہ برقی قوی کے تفاوت (Potential Gradient) کے برابر ہوتی ہے۔

Note:۔ اس ظابطہ سے ظاہر ہوتا ہے کہ برقی حدّت کی S.I. اکائی volt/meter ہوتی ہے۔

برقی قوی کا فرق (Potential Diffrence):۔ اکائی مثبت برقی بار کو برق میدان میں موجود دومختلف نقاط کے درمیان حرکت دینے کے لیئے جو کام درکار ہوتا ہے اسے برقی قوی کا فرق کہا جاتا ہے۔

فرض کیجیئے کہ برق میدان میں موجود دو نقاط A اور B ہیں نقطہ A پر برقی قوی V_A ہے اور B پر برقی قوی V_B ہے۔اگر کسی برقی بار "q" کو ان نقاط کے درمیان حرکت دینے کے لیئے درکار کام W_{AB} درکار ہو تو برقی قوی کا فرق درج ذیل ہوتا ہے۔

$$V_A - V_B = \frac{W_{AB}}{q}$$

اس مساوات سے ظاہر ہوتا ہے کہ

۱) اگر $V_A = V_B$ ہو تو کیا گیا کام صفر ہوتا ہے۔

۲) اگر $V_A > V_B$ ہو تو کیا گیا کام مثبت ہوتا ہے۔

۳) اگر $V_A < V_B$ ہو تو کیا گیا کام منفی ہوتا ہے۔

S.I. اکائی:۔ برقی قویٰ کے فرق کی S.I اکائی volt ہوتی ہے۔

1 volt:۔ برقی قویٰ میں موجود دو نقاط کے درمیان برقی قویٰ کا فرق 1volt ہوتا ہے اگر 1couloms برقی بار کو حرکت دینے کے لیئے درکار کام 1joule ہو

$$\therefore 1\text{Volt} = \frac{1\text{Joule}}{1\text{Coulomb}}$$

اکثر اوقات توانائی کی (یا برقی قویٰ کے فرق) کی ایک اور اکائی استعمال کی جاتی ہے۔ جسے Electron-Volt کہا جاتا ہے۔

1 eV:۔ برقی میدان میں کسی بھی برقی بار کو کم برقی قویٰ سے زیادہ برقی قویٰ کی جانب حرکت دینے کے لئے توانائی درکار ہوتی ہے۔ یہ توانائی ہمیشہ برقی میدان کے خلاف کام کی شکل میں موجود ہوتی ہے۔ اس وجہ سے اس برقی بار کی توانائی بڑھ جاتی ہے۔ اس حالت میں برقی بار کے ذریعئے حاصل کی گئی توانائی درج ذیل ہوتی ہے۔

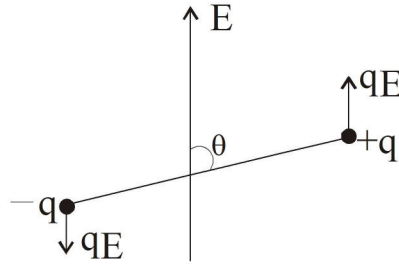
برقی قویٰ × برقی بار = حاصل شدہ توانائی

$$U = q \times V$$

"برقی میدان میں ایک (الیکٹران) برقی بار کو 1Volt برقی قویٰ کے فرق سے حرکت دینے کے لیئے درکار کام 1 eV کہلاتا ہے۔"

$$1\text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19}\text{ Joules}$$

۱) برقی دو قطب (Electric Dipole):۔ دو نقطی برقی بار، جو قدر میں مساوی ہوں اور سمتوں میں مخالف ہوں اگر ایک دوسرے سے مخصوص فاصلے پر موجود ہوں تو ان کے اس اتحاد کو برقی دو قطب (Electric Dipole) کہا جاتا ہے۔

۲) برقی دو قطبی معیار اثر (Electric Dipole Moment):۔ برقی دو قطبی میں موجود کسی بھی برقی بار کی قدر اور ان کے درمیانی عمودی فاصلے کے حاصل ضرب کو برقی دو قطبی معیار اثر کہا جاتا ہے۔

فرض کیجیئے کہ برقی میدان کی حدّت E ہے۔ جسمیں دو برقی بار "+q" اور "-q" ایک دوسرے سے "2a" فاصلے پر موجود ہیں۔

برقی حدت کی تعریف کے مطابق

$$E = \frac{F}{+q}$$

$$\therefore F = \pm E \cdot q$$

یہ قوتیں مساوی لیکن مخالف ہیں اسی لیئے ان کے ذریعئے ایک گردشہ (Torque) تیار ہو جاتا ہے۔

عمودی فاصلہ × قوت = گردشہ

$$\tau = F \times 2a.\text{Sin}\theta$$

$$\tau = E \cdot q \cdot 2.\text{Sin}\theta$$

$$\therefore \tau = P.E.\text{Sin}\theta$$

یہاں P دو قطبی برقی معیار اثر ہے۔

ختم شدہ

11۔ برق رواں
(Current Electricity)

برقِ رواں کا تصور :۔ (The Concept of Current Electricity)

آپ نے دیکھا ہوگا کہ پانی کا بہاؤ ہمیشہ بلند مقام سے نچلے مقام کی جانب ہوتا ہے۔ پانی کا یہ بہاؤ صرف اس لئے ہوتا ہے کیونکہ پانی کی دونوں سطحوں کے درمیان فرق ہوتا ہے۔ اگر پانی کی دونوں سطحیں ایک جیسی بلندی پر ہوں تو پانی کا یہ بہاؤ ممکن نہیں ہوگا۔ اس مثال سے ظاہر ہوتا ہے کہ پانی کا بہاؤ ہمیشہ، اسکے دونوں سطحوں کے درمیان فرق کی وجہ سے ممکن ہوتا ہے۔

بالکل اسی طرح سے جب کسی موصل تار کے دونوں سروں کے اطراف برقی قوہ کا فرق موجود ہو، تب اس تار میں موجود برقی باروں کا بھی بہاؤ حاصل ہوتا ہے۔ برقی باروں کا یہ بہاؤ ہمیشہ زیادہ برقی قوہ سے کم برقی قوہ کی جانب ہوتا ہے۔ اگر دونوں سروں کے درمیان برقی قوہ کا فرق نہ ہو تو برقی باروں کا بہاؤ ممکن نہ ہوگا۔ یعنی برقی باروں کا بہاؤ حاصل کرنے کے لئے، موصل تار کے دونوں سروں کے درمیان برقی قوہ کا فرق ہونا لازمی ہوتا ہے۔

'برقی باروں کی وقت کے مناسبت سے، اس بہاؤ کو برقی رو کہا جاتا ہے'

اس وضاحت سے ظاہر ہوتا ہے کہ برقی رو کو درج ذیل ضابطہ سے ظاہر کیا جا سکتا ہے ،

برقی رو = برقی بار / وقت

$$I = q / t$$

اوہم کا قانون (Ohm's Law):

برق رواں کے لئے 1828 میں ایک جرمن سائنسداں George Simon Ohm نے ایک بہت ہی بنیادی نوعیت کا قانون پیش کیا جو کہ کسی بھی موصل تار کے اطراف لگائے گئے برقی قوہ اور اسی تار میں سے گزرنے والے برقی رو کے درمیان تعلق ظاہر کرتا ہے۔ اس قانون کو درج ذیل انداز میں بیان کیا جا سکتا ہے۔

''اگر کسی موصل کی طبعئی حالت مستقل رہے، تو کسی بھی موصل میں سے گزرنے والا برقی رو (Electric Current) ہمیشہ اس کے اطراف لگائے گئے برقی قوہ (Potential Difference) کے ساتھ راست تناسب میں ہوتا ہے۔''

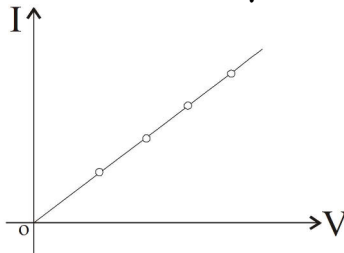
اس بیان کو اوہم کا قانون کہتے ہیں۔ اس قانون کا ریاضیاتی اظہار درج ذیل ہے۔

برقی قوہ α برقی رو

$$V \propto I$$

$$\therefore V = R.I.$$

یہاں R ایک مستقل ہے جسے موصل کی مزاحمت کہا جاتا ہے۔

برقی قوہ (V) اور برقی رو (I) کے درمیان ترسیم درج ذیل نوعیت کی ہوتی ہے۔

مزاحمت :۔ (Resistance) کسی بھی موصل کے اطراف لگائے گئے برقی قوہ (V) اور اس میں سے گزرنے والے برقی رو (I) کا تناسب مستقل ہوتا ہے۔ جسے موصل کی مزاحمت کہتے ہیں۔ اسے عام طور پر R سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$V \propto I$$

$$V = R \cdot I$$

$$\therefore R = \frac{V}{I}$$

مزاحمت کو عام طور پر درجِ ذیل علامت سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

S.I.Unuit:۔ S.I نظام میں مزاحمت کی اکائی Ohm ہے جسے Ω سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$1\text{Ohm} = \frac{1\text{Volt}}{1\text{Amp}}$$

Ohm:۔ اگر کسی موصل کے اطراف 1Volt برقی قوۃ لگایا گیا ہو اور اس میں سے گزرنے والی برقی رو 1Amp ہو تو اس تار کی مزاحمت 1Ω ہوتی ہے۔

کسی بھی موصل تار کی مزاحمت، درحقیقت اس تار میں الیکٹران کے بہاؤ کے راستے میں پیدا ہونے والی رکاوٹ کو کہا جاتا ہے۔

تجرباتی بنیادی پر ثابت ہوا ہے کہ موصل تار کی مزاحمت ہمیشہ اس تار کی لمبائی کے ساتھ راست تناسب میں ہوتی ہے۔

$$R \propto l \text{ -----(1)}$$

اسی طرح سے موصل تار کی مزاحمت اس تار کے سطحی رقبہ کے معکوس تناسب میں ہوتے ہے۔

$$R \propto \frac{1}{A} \longrightarrow (2)$$

مساوات(1) اور (2) کو ایک ساتھ لکھنے پر۔

$$R \propto \frac{l}{A}$$

$$\therefore R = \sigma \frac{l}{A}$$

یہاں "σ" ایک مستقل ہے جسے مزاحمت نوعی کہا جاتا ہے۔

مزاحمت نوعی یا مزاحمت خصوصی (SpecificResistance) :۔

اکائی لمبائی اور اکائی سطحی رقبہ کے موصل تار کی مزاحمت مستقل ہوتی ہے جسے مزاحمت نوعی کہا جاتا ہے۔

اسے اکثر اوقات مزاحمیت (Resistivity) بھی کہا جاتا ہے۔

اسے عام طور پر σ سے ظاہر کرتے ہیں اور اس کا ضابطہ درج ذیل ہوتا ہے۔

$$\sigma = \frac{R \times A}{l}$$

S.I نظام میں مزاحمت نوعی کی اکائی Ω.m ہوتی ہے۔

مزاحمت نوعی ایک ایسی طبعئی مقدار ہے جو کہ ماڈہ کی فطرت پر منحصر ہوتی ہے۔یعنی ماڈہ تبدیل کرنے پر مزاحمت نوعی کی قیمت بھی تبدیل ہوجاتی ہے۔

مزاحمت نوعی (مزاحمیت) کے ضربی معکوس کو Conductivity کہا جاتا ہے۔اسے عام طور پر ❒ سے ظاہر کر سکتے ہیں۔

$$\rho = \frac{1}{\sigma}$$

$$\therefore \rho = \frac{l}{R \times A}$$

S.I نظام میں Conductivity کی اکائی mho/m ہوتی ہے۔چند مخصوص اشیاء کی 0°C درجہ حرارت پر مزاحمت نوعی کی قیمتیں درج ذیل ہیں۔

اشیاء کے نام	مزاحمت نوعی (Ohm.m)
1) Copper (Conductor)	1.72×10^{-8}
2) Silver (Conductor)	1.60×10^{-8}
3) Aluminium (Conductor)	2.70×10^{-8}
4) Iron (Conductor)	10×10^{-8}
5) Nichrome (alloy)	$10^{8} \times 10^{-8}$
6) Glass (Insulator)	10^{10} to 10^{14}
7) Mica (Insukator)	10^{11} to 10^{15}
8) Rubber (Insulator)	10^{13} to 10^{16}
9) Germanium (Semiconductor)	0.46
10) Silicon (Semiconductor)	2300

مزاحمت اور درجہ حرارت کا درمیانی تعلق (Temperature Dependence of Resistance):

دھاتی موصل میں جوہروں کے ساتھ الیکٹران کے ٹکراؤ کی وجہ سے الیکٹران کی حرکت میں رکاوٹ پیدا ہوتی ہے۔ جسے مزاحمت کہا جاتا ہے۔ جب کسی دھاتی موصل کا درجہ حرارات بڑھاتے ہیں تو الیکٹران کی ارتعاشی حرکت بھی بڑھ جاتی ہے۔ اور اسی لیئے جوہروں کے ساتھ ان کے ٹکراؤ کے امکانات بھی کافی بڑھ جاتے ہیں۔ اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ درجہ حرارت زیادہ ہونے پر مزاحمت کی قیمت بھی بڑھ جاتی ہے۔

تجرباتی بنیاد پر ثابت ہو چکا ہے کہ

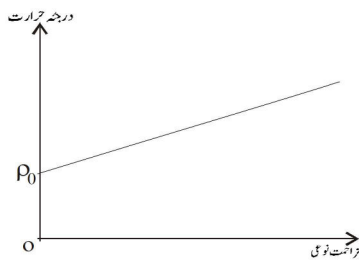
$$\sigma_t = \sigma_o (1 + \propto \cdot t)$$

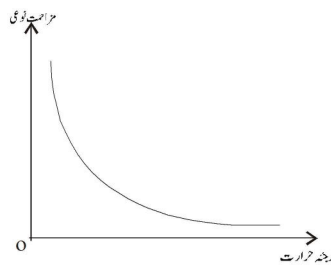
یہاں

$\sigma_t \leftarrow t^0C$ درجہ حرارت پر مزاحمت نوعی

$\sigma_0 \leftarrow 0^0C$ درجہ حرارت پر مزاحمت نوعی

$\propto \leftarrow$ مزاحمت کے لیئے درجہ حرارت کا ضریب (Temperature Coefficient of Resistance)

اس مساوات کی بنیاد پر درجہ حرارت اور مزاحمت نوعی کے درمیان درج ذیل نوعیت کی ترسیم بنائی جاسکتی ہے۔

Thermister:- ایسا مزاحمتی آلہ جسکی مزاحمت درجہ حرارت پر منحصر ہو اسے Thermister کہا جاتا ہے۔

Thermister تیار کرنے کے لیئے nickel , cobalt , manganese اور Iron کو مخصوص تناسب میں استعمال کیا جاتا ہے۔ اسے مختلف اشکال میں تیار کیا جاتا ہے۔ مثلاً دائروی قرص، سلاخ کرّوی گولیاں وغیرہ جب ان اشیاء کو گرم کیا جاتا ہے۔ تو ان کی مزاحمت کم ہونے لگتی ہے۔ یعنی Thermister کے لیئے مزاحمت کا درجہ حرارتی ضریب منفی (Negative Temperature Coefficient) ہوتا ہے۔

Thermister کا مزاحمت ہمیشہ درجہ حرارت کے ساتھ غیر خطی انداز میں تعلق رکھتا ہے۔ ابتدائی حالت میں مزاحمت بہت زیادہ شرح سے کم ہوتی ہے جبکہ ثانوی حالتوں میں مزاحمت کے کم ہونے کی شرح کم ہوجاتی ہے۔ اسے درج ذیل ترسیم میں دکھایا گیا ہے۔

1911 میں H. Karmerlingh Onnes نے دریافت کیا کہ جب کسی مخصوص شئے کا درجہ حرارت بہت کم کر دیا جاتا ہے تب ان اشیاء کی مزاحمت نوعی صفر ہوجاتی ہے۔ ایسی اشیاء کو Super Condutor کہا جاتا ہے۔ اور وہ مخصوص درجہ حرارت جہاں مزاحمت نوعی صفر ہوجاتی ہے، اسے فاضل درجہ حرارت (Critical Temperature) کہتے ہیں۔ مثال کے طور پر Hg کے لیئے 4.2k اور Au_2Bi کے لیئے 1.7k درجہ حرارت پر Super Conductivity حاصل ہوتی ہے۔

Thermistor کے اہم استعمال درج ذیل ہیں۔

(۱) Thermistors کو بہت معمولی درجہ حرارت معلوم کرنے کے لئے اور بہت معمولی درجہ حرارت کی تبدیلی معلوم کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے، کیونکہ ان پر درجہ حرارت کا بہت جلد اثر پڑتا ہے۔

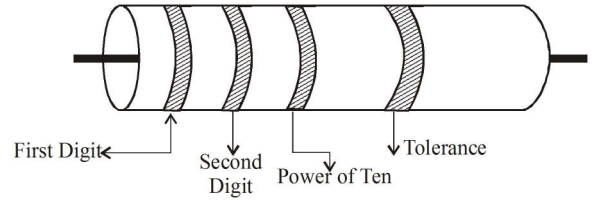
(۲) ان کا استعمال بڑے پیمانے پر صنعتوں (Units) میں درجہ حرارت کنٹرول اکائیوں میں کیا جاتا ہے۔

(۳) ان کا استعمال برے پیمانے پر Winding Motors، Generators اور Transformer وغیرہ تیار کرنے میں ہوتا ہے۔

(۴) ٹیلی ویژن میں Picture Tube کو، برقی رو کے غیر مناسب تبدیلیوں سے ہونے والے نقصانات سے بچانے کے لئے Thermistors کا استعمال کیا جاتا ہے۔

(۵) ان کو بڑے پیمانے پر درجہ حرارت کنٹرول، اور برقی قویٰ کے Stabilization کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

Colour Code of Carbon Resistances:- مختلف electronic circuits میں مختلف قیمتوں کے مزاحمت درکار ہوتے ہیں۔ دھاتی تار کو ceramic استوانہ پر لپیٹ کر مختلف قیمتوں کے مزاحمت بنائے جاسکتے ہیں۔

ایک کاربنی مزاحمت کے کلر کوڈ کا خاکہ درج ذیل ہے۔

کاربنی مزاحمت جسامت میں چھوٹے اور قیمت میں سستے ہوتے ہیں۔ ceramic استوانہ پر کاربن کی ایک مہین تہہ چڑھی ہوئی ہوتی ہے مناسب لمبائی اور چوڑائی مزاحمت کی مناسب قیمت طے کرتی ہے۔ سب سے اوپری تہہ پر ایک حفاظتی غلاف چڑھا ہوا ہوتا ہے۔ جس پر مختلف رنگ کے رِنگ (حلقے) بنے ہوئے ہوتے ہیں۔ ان رنگین حلقوں سے مزاحمت کی قیمت کا اندازہ لگایا جاسکتا ہے۔

پہلے دو پٹے پہلے دو اعداد کو ظاہر کرتے ہیں تیسرا پٹہ 10 کی قوت کو درج بالا اعداد کے ضریب میں ظاہر کرتا ہے جبکہ آخری پٹی میں Tolerance کو دکھایا گیا ہے۔ کاربنی مزاحمت کے کلر کوڈ درج ذیل ٹیبل میں دکھائے گئے ہیں۔

Colour	Digit	Multiplier	Tolerance
Black	0	10^0	-
Brown	1	10^1	-
Red	2	10^2	-
Orange	3	10^3	-
Yellow	4	10^4	-
Green	5	10^5	-
Blue	6	10^6	-
Violet	7	10^7	-
Gray	8	10^8	-
White	9	10^9	-
Gold	-	10^{-1}	5%
Silver	-	10^{-2}	10%
No Colour	-	-	20%

مثال کے طور پر اگر کسی مزاحمت میں پٹیوں کے رنگ بالترتیب Orange , Yellow , Violet اور Silver ہوں تو اس مزاحمت کی قیمت $47 \times 10^3 \Omega$ ہوگی جسمیں Tolerance تک 10% ہوگا۔

قوت محرک برق (Electro-Motive Force):- کسی بھی برقی خانہ میں دو برقیروں کو کسی تیزاب یا کسی محلول میں ڈبویا جاتا ہے۔ جس برقیرہ پر منفی برقی ہوتا ہے اس پر عمل تکسید (oxidation) ہوتا ہے جسمیں الیکٹرون کا اخراج شروع ہوتا ہے اور جس برقیرہ پر مثبت برقی بار رہوتا ہے اس پر عمل تحویل (Reduction) ہوتا ہے جسمیں الیکٹرون کا حصول کیا جاتا ہے۔

منفی برقیرہ (Cathode) میں خارج ہونے والا الیکٹران مثبت برقیرہ (Anode) کی طرف کشش محسوس کرتا ہے اور برقی خانہ میں موجود تیزابی محلول میں سے گزرتے ہوئے اینوڈ تک پہونچتا ہے۔ اس حرکت کے دوران الیکٹران کا ٹکراؤ تیزابی محلول کے سالمات سے ہوتا ہے جسکے نتیجے میں الیکٹران کے راستے میں رکاوٹ پیدا ہوتی ہے۔ اسی رکاوٹ کو برقی خانہ کی اندرونی مزاحمت (Internal Resistance) کہا جاتا ہے۔

جب الیکٹران اینوڈ تک پہونچ جاتا ہے تب اس کا سامنا بیرونی برقی دور (electrical circuit) سے ہوتا ہے۔ یعنی الیکٹران برقی خانہ سے باہر نکل کر اب بیرونی برقی دور میں داخل ہوجاتا ہے یہاں الیکٹران کے راستے میں بیرونی برقی دور کی مزاحمت رکاوٹ پیدا کرتی ہے۔ اس مزاحمت کو بیرونی مزاحمت (External

(Resistance کہا جاتا ہے۔

''برقی خانہ کے ذریعئے الیکٹران کو دی جانے والی توانائی کی وہ مقدار جس کے ذریعئے الیکٹران ، برقی خانہ کی اندرونی مزاحمت اور بیرونی برقی دور کی بیرونی مزاحمت، دونوں قسم کی مزاحمتوں کا مقابلہ کرسکتا ہے، اور اپنا ایک برقی دور مکمل کرتا ہے، اسے برقی خانہ کی قوت محرک برق (EMF) کہا جاتا ہے۔''

EMF درحقیقت اس کام کے برابر ہوتا ہے جسکے ذریعئے الیکٹران اندرونی اور بیرونی مزاحمتوں کا مقابلے کر سکے۔ اس تعریف سے ظاہر ہوتا ہے۔

$$\text{EMF}= \frac{\text{کام}}{\text{برقی بار}}$$

S.I نظام میں emf کی اکائی volt ہوتی ہے۔

1 volt:۔ کسی بھی برقی خانہ کے ذریعئے 1 coulomb برقی بار کو برقی دور مکمل کرنے میں 1joule توانائی درکار ہوتی ہوتو برقی خانہ کی emf کی قیمت 1volt ہوتی ہے۔

$$1\text{Volt} = \frac{1\text{Joule}}{1\text{Coulomb}}$$

General Equation of Ohm's Law: اگر اوہم کے قانون کو مکمل برقی دور پر استعمال کریں تو ہونے والی مساوات کو عام مساوات (General Equation) کہا جاتا ہے۔

فرض کیجئے کہ ایک برقی خانہ کی اندرونی مزاحمت "r" ہے اور اسی کے ساتھ لگے ہوئے برقی دور کی مزاحمت "R" ہے۔ اسی لیئے مجموعی مزاحمت (R+r) ہوگی اگر برقی خانہ کی emf کی قیمت "E" ہو اور برقی رو I ہو تو۔

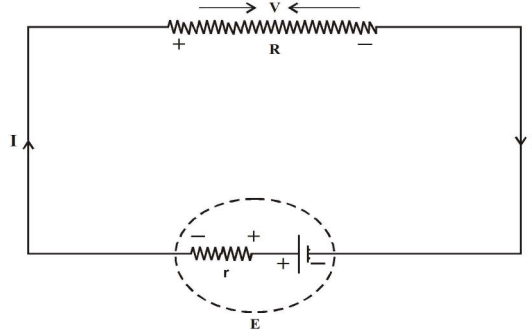
$$\text{emf برقی خانہ کی} \propto \text{برقی رو}$$

$$E \propto I$$

$$E = (\text{مجموعی مزاحمت}) \times I$$

$$E = (R + r) \times I$$

$$\therefore I = \frac{E}{R + r}$$

اس مساوات کو Ohm کی عام مساوات کہتے ہیں۔ عام طور پر اس مساوات کے اظہار کے لیئے درج ذیل نوعیت کا برقی دور (electrical circuit) تیار کیا جاتا ہے۔

یہاں برقی خانہ کے emf کی قیمت E اور اس کا اندرونی مزاحمت "r" ہے جبکہ بیرونی برقی دور کی بیرونی مزاحمت R ہے۔

برقی رو کا حرارتی اثر (Heating effect of Electric Current):۔

جب کسی موصل میں سے برقی رو گزارتے ہیں تو اس میں سے الیکٹرون کا بہاؤ شروع ہوجاتا ہے۔ الیکٹران اس بہاؤ کے دوران، موصل کے جوہروں سے ٹکراتے ہیں۔ اور اس ٹکراؤ کے نتیجے میں حرارتی توانائی خارج ہوتی ہے۔ جسکی وجہ سے موصل گرم ہونے لگتا ہے۔

''برقی رو کے گزارنے پر موصل کے گرم ہونے اور حرارتی توانائی خارج کرنے کے عمل کو برقی رو کا حرارتی اثر کہا جاتا ہے۔''

اس عمل کی دریافت Joule نامی سائنسداں نے کی تھی اسی لیئے اسے Joule's Effect بھی کہا جاتا ہے۔

برقی رو کے منبع کے ذریعئے کیئے گئے کام کی مقدار ہمیشہ حرارتی توانائی H میں تبدیل ہوتی ہے جسے درج ذیل انداز میں لکھا جاتا ہے۔

$$H = \frac{W}{J} \longrightarrow (1)$$

یہاں J ایک مستقل ہے جسے حرارت کا میکانیکی معادل کہا جاتا ہے۔ اس کی قیمت ہمیشہ 4.2 Joules / cal ہوتی ہے۔

برقی دور میں کیا گیا کام ہمیشہ درج ذیل ہوتا ہے۔

$$W = Q \times V$$

$$\therefore (1) \Rightarrow$$

$$H = \frac{Q \times V}{J} \longrightarrow (2)$$

برقی رو کی تعریف کے مطابق

$$I = \frac{Q}{t}$$

$$\therefore Q = I \times t$$

$$\therefore (2) \Rightarrow \quad H = \frac{I \times t \times V}{J} ------(3)$$

اوہم کے قانون کے مطابق

$$V = I \times R$$

$$\therefore (3) \Rightarrow \quad H = \frac{I \times t \times I \times R}{J}$$

$$\therefore \quad H = \frac{I^2 \times R \times t}{J}$$

یہ ضابطہ برقی رو کے حرارتی اثر کے دوران موصل میں پیدا ہونے والی حرارتی توانائی کو ظاہر کرتا ہے۔

برقی دور میں طاقت (Power in electric circuit):- کام کرنے کی شرح کو طاقت کہا جاتا ہے۔ برقی دور کے لیئے طاقت ہمیشہ برقی توانائی صرف ہونے کی شرح کو ظاہر کرتی ہے۔

$$\text{برقی طاقت} = \frac{\text{برقی توانائی کا اصراف}}{\text{وقت}}$$

اگر برقی دور میں برقی قوی V ہو اور "t" وقت کے لیئے برقی رو "I" گزرتی ہو تو برقی توانائی کی مقدار "V.I.t" ہوتی ہے۔

$$\therefore P = \frac{V.I.t}{t}$$

$$\therefore P = V.I \longrightarrow (1)$$

Ohm کے قانون کے مطابق

$$V = I \times R$$

$$\therefore (1) \Rightarrow$$

$$P = I^2 \times R \longrightarrow (2)$$

Ohm کے قانون کے مطابق

$$V = I \times R$$

$$\therefore I = \frac{V}{R}$$

$$\therefore (2) \Rightarrow$$

$$P = \frac{V^2}{R^2} \times R$$

$$\therefore P = \frac{V^2}{R} \longrightarrow (3)$$

درج بالا مساوات (1)، (2) اور (3) برقی دور میں صرف کیئے گئے برقی طاقت (Electrical Power) کو ظاہر کرتی ہیں۔

نوٹ:- (1) برقی طاقت کا ضابطہ درجِ ذیل ہوتا ہے۔

$$P = V \times I$$

اس ضابطے سے ظاہر ہوتا ہے کہ برقی طاقت کی اکائی Volt. Ampere ہوتی ہے۔ اِس اکائی کو S. I. نظام میں Watt کہا جاتا ہے۔

اگر برقی طاقت کی مقدار زیادہ ہو تو اُسے k Watt اکائی میں ظاہر کیا جاتا ہے۔ جس کی قیمت درجِ ذیل ہوتی ہے۔

1 k Watt = 1000 Watt

اِسی طرح سے برقی طاقت کی دوسری اکائی اسپی طاقت (Horse Power) بھی ہوتی ہے۔

1 hp = 746 watt

(2) برقی دور میں صَرف ہونے والی برقی توانائی کی مقدار درجِ ذیل ہوتی ہے۔

Electrical Energy = Electrical Power X Time

اِس ضابطے سے ظاہر ہوتا ہے کہ برقی توانائی کی اکائی watt . sec ہوتی ہے۔ بڑے پیانے پر برقی توانائی کی اکائی watt. hour ہوتی ہے۔ اِسی طرح سے اُس کی دوسری اکائی kWh بھی ہوتی ہے۔ جس کا مطلب Kilo Watt Hour ہوتا ہے۔ یہ اکائی عام طور پر برقی استعداد یا گنجائش کو بھی ظاہر کرتی ہے۔

☆☆☆☆☆

☆☆☆

☆

12۔ برق رواں کا مقناطیسی اثر
(Magnetic Effect of Electric Current)

برقِ رواں اور مقناطیسیت کے درمیان تعلق

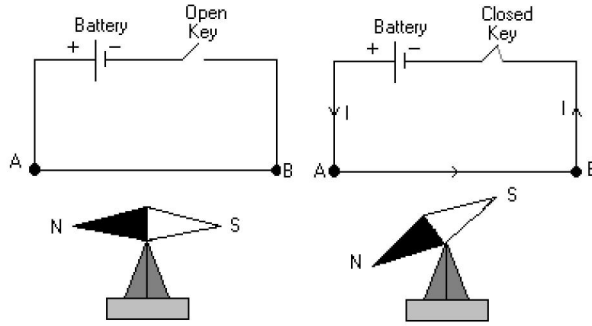
جب برقی رو کو کسی موصل تار میں سے گزارا جاتا تب وہ تار گرم ہو جاتا ہے اور جب برقی رو کو کسی محلول میں سے گزارا جاتا ہے تو اس محلول کا کیمیائی تجزیہ اور آین شدگی ہو جاتی ہے۔ اسی طرح سے جب کسی موصل تار میں سے برقی رو گزارتے ہیں تو اس کے اطراف مقناطیسی سوئی انحراف دیکھاتی ہے۔ ان تمام مظاہروں سے ظاہر ہوتا ہے کہ برقی رو کے درج ذیل تین اثرات پائے جاتے ہیں،

(۱) برقی رو کا حرارتی اثر (Heating Effect)

(۲) برقی رو کا کیمیائی اثر (Chemical Effect)

(۳) برقی رو کا مقناطیسی اثر (Magnetic Effect)

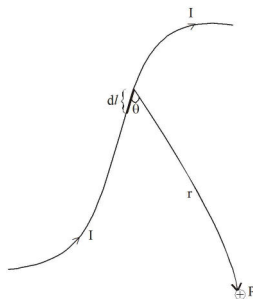
اس سبق میں ہم برقی رو کے مقناطیسی اثر کا تفصیلی مطالعہ کریں گے۔ 1820 میں ڈنمارک کے ایک سائنسداں Oersted نے تجرباتی بنیاد پر برقی رو کے مقناطیسی اثر کی دریافت کی۔

انہوں نے دیکھا کہ جب کسی تار میں سے برقی رو گزاری جاتی ہے تب اس کے قریب رکھی ہوئی مقناطیسی سوئی، تار کی جانب انحراف دکھاتی ہے۔ اور جب برقی رو کو روک دیتے ہیں تو مقناطیسی سوئی اپنی ابتدائی حالت میں واپس آ جاتی ہے۔

اس تجربہ میں ایک موصل تار AB دکھایا گیا ہے، جسے ایک کنجی کے ذریعے، ایک برقی خانے کے ساتھ جوڑا گیا ہے۔ جب کنجی آف (Off) ہوتی ہے تب تار میں سے کوئی برقی رو نہیں گزرتی ہے۔ اس حالت میں مقناطیسی سوئی NS اپنی عام حالت میں رہتی ہے۔ اسے Fig.(a) میں دکھایا گیا ہے۔

جب کنجی کو آن (On) کیا جاتا ہے تب اس تار میں سے برقی رو گزرنے لگتی ہے۔ اس حالت میں مقناطیسی سوئی ایک مخصوص انحراف دکھاتی ہے۔ اسے Fig.(b) میں دکھایا گیا ہے۔ اس تجربہ سے ثابت ہوتا ہے کہ جب موصل تار میں سے برقی رو گزرتی ہے تو اس کے اطراف مقناطیسی میدان تیار ہو جاتا ہے۔ اسی مظہر کو برقی رو کا مقناطیسی اثر کہتے ہیں۔

برقی رو کے مقناطیسی اثر کے لیئے Biot-Savart کا قانون:-

''برق گزار موصل سے "r" فاصلے پر موجود کسی نقطہ پر تیار ہونے والے مقناطیسی میدان کا مقناطیسی امالہ ہمیشہ اس موصل کی لمبائی "dl" کے ساتھ، موصل اور اس نقطہ کو جوڑنے والے خط کے درمیان تیار ہونے والے زاویہ θ کے Sine اور گزرنے والی برقی رو I کے ساتھ راست تناسب میں ہوتا ہے اور فاصلہ "r" کے مربع سے معکوس تناسب میں ہوتا ہے۔''

اس بیان کو برقی مقناطیسیت کے لیئے Biot - Savart کا قانون کہتے ہیں۔

فرض کیجئے کہ ایک موصل تار میں I برقی رو گزرتی ہے اس تار کے ایک چھوٹے سے حصّہ 'dl' سے 'r' فاصلے پر ایک عام نقطہ P موجود ہے، جو کہ اس حصّہ کے ساتھ زاویہ θ بنا رہا ہے۔
اگر نقطہ P پر تیار ہونے والے مقناطیسی میدان کا امالہ dB ہو تو Biot - Savart کے قانون کے مطابق۔

$$dB \propto \frac{I.d\ell.\sin\theta}{r^2}$$

$$dB = \frac{\mu o}{4\pi}\cdot\frac{I.d\ell.\sin\theta}{r^2} ------(1)$$

یہاں ایک $\mu_o/4\pi$ مستقل ہے جسکی قیمت 10^{-7} Wb/A.m ہے اس مستقل میں موجود μ_o کو خلاء کی Permeability کہتے ہیں۔

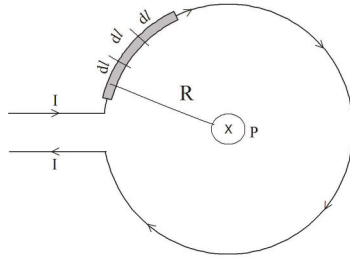
مساوات (1) کے دونوں جانب کا Integration لینے پر۔

$$dB = \int\frac{\mu o}{4\pi}\cdot\frac{I.d\ell.\sin\theta}{r^2}$$

$$\therefore \quad \overline{B} = \int\frac{\mu o}{4\pi}\cdot\frac{I.\overline{d\ell}\times\overline{r}}{r^3} ------(2)$$

یہاں r ، موصل سے نقطہ P کی جانب سمتیہ کو ظاہر کرتا ہے۔اس ضابطہ سے یہ بھی ظاہر ہوتا ہے کہ مقناطیسی امالہ $\overline{B}$ کی سمت ہمیشہ "dl" اور "r" کی مستوی (plane) سے عموداً ہوتی ہے۔اس طرح سے Biot - Savart کا قانون، کسی بھی عام نقطہ پر برق گزار موصل کے ذریعئے ہونے والے مقناطیسی امالہ کی قدر اور سمت دونوں کو ظاہر کرتا ہے۔

S.I نظام میں مقناطیسی امالہ (Magnetic Induction) کی اکائی $weber/m^2$ ہوتی ہے۔ جسے Tesla بھی کہا جاتا ہے۔

دائروی لچھے کے مرکزی نقطہ پر مقناطیسی امالہ (Magnetic Induction at the centre of a circular coil carrying current)

فرض کیجئے کہ ایک موصل تار کو دائروی انداز میں لپیٹ کر دائروی لچّھ (circular coil) تیار کیا گیا ہے۔جس کا نصف قطر R ہے۔اس تار میں سے برقی روا گزر رہی ہے اور اس کا مرکزی نقطہ P ہے۔ اس دائروی لچّھ کا ایک چھوٹا سا حصہ dl_1 ہے جس کے ذریعئے نقطہ P پر مقناطیسی امالہ dB_1 تیار ہورہا ہے۔ Biot-Savart کے قانون کے مطابق

$$dB_1 = \frac{\mu o}{4\pi}\cdot\frac{I.d\ell_1.\sin\theta}{r^2}$$

زیرِمطالعہ معاملہ میں r = R اور $\theta = 90^0$ ہے۔

$$\therefore dB_1 = \frac{\mu o}{4\pi}\cdot\frac{I.d\ell_1}{R^2} ------(1)$$

اسی طرح سے دوسرے حصّہ dl_2 کے ذریعئے تیار ہونے والا مقناطیسی امالہ درج ذیل ہوگا۔

$$\therefore dB_2 = \frac{\mu o}{4\pi}\cdot\frac{I.d\ell_2}{R^2} ------(2)$$

اسی طرح سے تیسرے حصّہ dl_3 کے ذریعئے تیار ہونے والا مقناطیسی امالہ درج ذیل ہوگا۔

$$\therefore dB_3 = \frac{\mu o}{4\pi}\cdot\frac{I.d\ell_3}{R^2} ------(3)$$

مکمل دائروی لچّھ کے ذریعئے مرکزی نقطہ P پر تیار ہونے والا مقناطیسی امالہ درج ذیل ہوگا۔

$$\overline{B} = dB_1 + dB_2 + dB_3 + ----------$$

$$\overline{B} = \frac{\mu oI}{4\pi R^2}\{d\ell_1 + d\ell_2 + d\ell_3 + -----\}$$

$$\therefore B = \frac{\mu o}{4\pi}\cdot\frac{I}{R^2}\cdot\int dl --------- (4)$$

درج بالا مساوات میں $\int dl$ درحقیقت دائروی لچّھ کے محیط کو ظاہر کرتی ہے۔

$$\int d\ell = 2\pi r$$

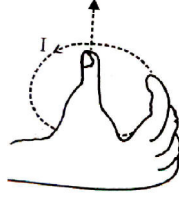
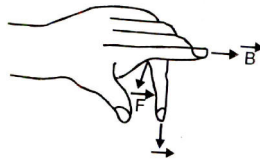
$$\therefore (4) \Rightarrow \qquad B = \frac{\mu o}{4\pi}\cdot\frac{I}{r^2}\cdot 2\pi R$$

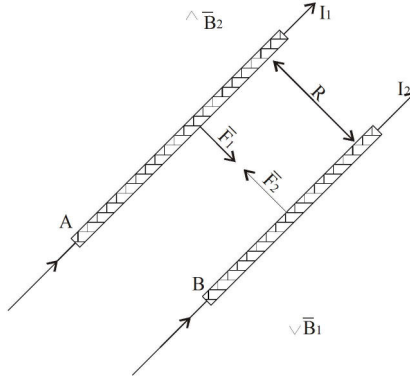
$$\therefore \qquad B = \frac{\mu o\cdot I}{2R}$$

اگر دائروی لچھ میں (turns) کی تعداد "n" ہو تو مقناطیسی امالہ درج ذیل ہوتا ہے۔

$$B = \frac{\mu o\cdot n\cdot I}{2R}$$

یہ ضابطہ دائروی لچّھ کے مرکزی حصّہ میں تیار ہونے والے مقناطیسی امالہ کو ظاہر کرتا ہے۔

دائیں ہاتھ کا قانون (Right Hand Rule):۔ ''اگر کسی دائروی لچھے کے مرکزی نقطہ سے عموداً گزرنے والے محور کو سیدھے ہاتھ میں پکڑنے کی کوشش کریں تو گول گھمی ہوئی انگلیاں دائروی لچھے میں سے گزرنے والے برقی رو کو ظاہر کرتی ہیں اور باہر کھینچا ہوا انگوٹھا مقناطیسی امالہ کی سمت کو ظاہر کرتا ہے۔''
اس بیان کو دائیں ہاتھ کا قانون کہا جاتا ہے۔

b) Fleming **کا بائیں ہاتھ کا قانون** (Fleming's Left Hand Rule) **:۔**
''اگر بائیں ہاتھ کی درمیانی اُنگلی شہادت کی انگلی اور انگوٹھے کو ایکدوسرے سے عموداً باہر کی طرف کھینچیں تو یہ تینوں ایک دوسرے کے لیئے آپس میں عموداً (Mutually Perpendicular) ہوجاتے ہیں
اسی حالت میں شہادت کی انگلی کی سمت کو ، درمیانی انگلی برقی رو I کی سمت کو اور انگوٹھا برقی مقناطیسی قوت F کی سمت کو ظاہر کرتے ہیں۔''
اس بیان کو Fleming کا بائیں ہاتھ کا قانون کہاجاتا ہے۔اس قانون سے ظاہر ہوتا ہے کسی موصل تار میں گزرنے والے برقی رو I، تیار ہونے والے مقناطیسی امالہ B اور عمل کرنے والی مقناطیسی قوت F ایک دوسرے سے عموداً ہوتے ہیں۔

طویل متوازی برق گزار موصل تاروں کے درمیان برقی مقناطیسی قوت

(Force between two long parallel current carrying conductors):۔

فرض کیجئے کہ A اور B دو طویل متوازی موصل تار ہیں جن کا درمیانی فاصلہ R ہے۔ان موصل تاروں میں سے برقی رو I_1 اور I_2 گزر رہی ہیں موصل تار A میں سے برقی رو I_1 گزر رہی ہے اس تار سے R فاصلے پر کسی بھی نقطہ پر تیار ہونے والا مقناطیسی امالہ درج ذیل ہوگا۔

$$B1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi R} ------(1)$$

موصل تار B میں سے برقی رو I_2 گزر رہی ہے اس تار سے R فاصلے پر کسی بھی نقطہ پر تیار ہونے والا مقناطیسی امالہ درج ذیل ہوگا۔

$$B_2 = \frac{\mu_o I_2}{2\pi R} \longrightarrow (2)$$

موصل تار میں سیے برقی رو گزرنے پر تیار ہونے والی مقناطیسی قوت درج ذیل ہوتی ہے۔

F = (برقی رو) x (موصل کی لمبائی) x (مقناطیسی امالہ)

اس ضابطہ کو استعمال کرنے پر دونوں موصل تاروں کے درمیان پیدا ہونے والی برقی قوت درج ذیل ہوگی۔

$$F = \frac{\mu_o . I_1 \times I_2 \times 1}{2\pi R}$$

اگر دونوں تاروں میں سے گزرنے والے برقی رو I_1 اور I_2 ایک ہی سمت میں ہوں تو ان کے درمیان قوت دفع پیدا ہوجاتی ہے اور اگر دونوں تاروں میں سے گزرنے والے برقی رو I_1 اور I_2 ایک دوسرے سے مخالف سمتوں میں ہوں تو ان کے درمیان قوت کشش پیدا ہوجاتی ہے۔

نوٹ:۔ Ampere کی تعریف:۔ فرض کیجیئے کہ دونوں تار 1m لمبے ہیں اور ان کا درمیانی فاصلہ 1m ہے اگر ان میں سے گزرنے والے برقی رو I_1 اور I_2 کی قیمتیں 1Amp ہوں تو درج بالا ضابطہ کے مطابق

$$F = \frac{\mu_o . I_1 \times I_2 \times l}{2\pi R}$$

$$I_1 = I_2 = 1 \text{ Ampere}$$

$$l = 1\text{m}$$

$$R = 1\text{m}$$

تمام قیمتیں ضابطہ میں رکھنے پر۔

$$F = \frac{\mu_0 \times 1 \times 1 \times 1}{2\pi \times 1}$$

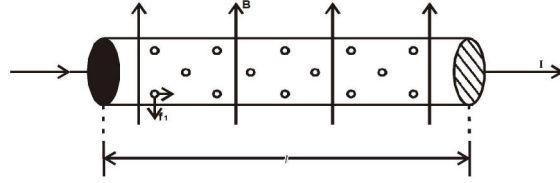
$$F = \frac{\mu_0}{2\pi}$$

$$F = 2 \times 10^{-7} \text{ Newton}$$

درج بالا قیمت کو بنیاد پر 1Ampere برقی رو کی تعریف بیان کی جاسکتی ہے۔

''اگر خلاء میں رکھے ہوئے دو 1m طویل موصل تاروں کے درمیان 1m کا عمودی فاصلہ ہوتو ان تاروں میں سے گزرنے والی برقی رو کی قیمت 1Ampere ہوتی ہے۔اگر ان کے درمیان پیدا ہونے والی قوت 2×10^{-7}N کے برابر ہو۔''

مقناطیسی میدان میں برقی گزار موصل پر عمل کرنے والی قوت

(Force acting on a current carrying conductor in a Magnetic Field) :۔

فرض کیجیے کہ مقناطیسی امالہ $\overline{B}$ میں عموداً ایک موصل استوانہ نما تار رکھا گیا ہے۔جسکی لمبائی "l" ہے اوراس تار میں سے برقی رو I گزر رہی ہے۔اگر برقی بار "q" کی میقاتی رفتار V ہوتو اس موصل تار میں سے گزرنے والے برقی بار پر عمل کرنے والی قوت درج ذیل ہوتی ہے۔

$$\overline{F} = q.\overline{V} \times \overline{B} \quad \text{-------------(1)}$$

میقاتی رفتار V کی قیمت درج ذیل ہوگی۔

$$V = \frac{L}{t}$$

$$\therefore L = V \cdot t$$

اگر موصل کی گنجائش (حجم) L.A ہواور برقی باروں کی کثافت N ہوتو،

برقی باروں کی تعداد = N.l.A

برقی باروں کی تعداد = N.V.t.A -------(2)

برقی رو کی تعریف کے مطابق

$$I = \frac{N.V.t.A.q}{t}$$

$$I = N.V.A.q$$

برقی موصل پر عمل کرنے والی مجموعی قوت درج ذیل ہوتی ہے۔

$$F = N.l.A.q.V.B$$

$$F = I.l.B$$

سمتی مقداری طریقہ سے یہ ضابطہ درج انداز میں لکھا جاتا ہے۔

$$F = I.\bar{l} \times \overline{B}$$

یہ ضابطہ مقناطیسی میدان میں عموداً رکھے گئے موصل تار میں سے برقی رو گزارنے پر موصل تار میں عمل کرنے والی قوت کو ظاہر کرتا ہے۔ یہ قوت ہمیشہ موصل تار کی لمبائی اور مقناطیسی امالہ کے مستوی سے عموداً ہوتی ہے۔

Torque on Current Loop in Magnetic Field

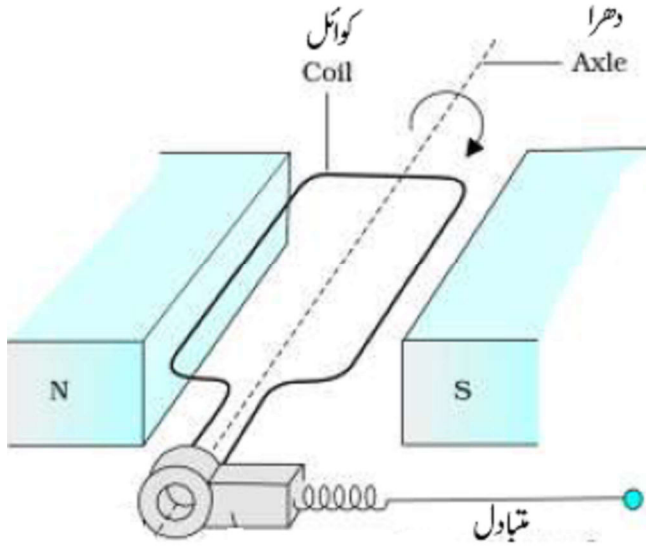



Fig - (A)

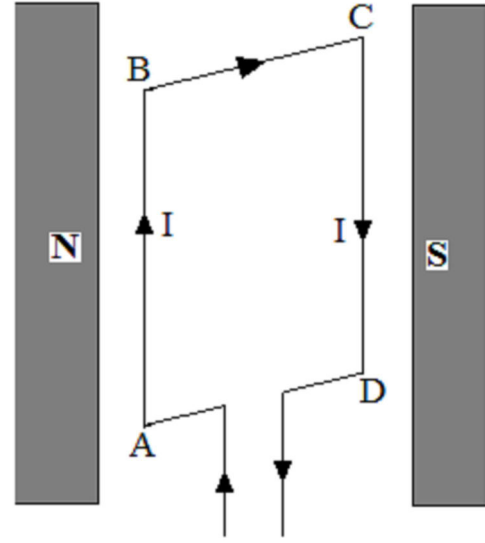



Fig - (B)

فرض کیجئے کہ "ABCD" ایک مستطیل نما کوائل (Coil) ہے۔ اِس کوائل کو ایک مقناطیسی میدان میں رکھا گیا ہے۔ اُس مقناطیسی میدان کا امالہ $\overline{B}$ ہے اور اُس کوائل میں سے گزرنے والا برقی رو I ہے۔ اُس کوائل میں ایک گردشہ (Torque) پیدا ہو جائے گا۔

جب برقی روا I گزرتی ہے، تب اُس کوائل کے ضلع AB اور ضلع CD میں مساوی لیکن مخالف مقناطیسی قوت پیدا ہو جاتی ہے۔ یہ مقناطیسی قوت درج ِ ذیل ہوتی ہے۔

$$F = B \times I \times l$$

اِس قوت کی وجہ سے اُس کوائل میں ایک گردشہ پیدا ہو جاتا ہے، جس کی قیمت درج ِ ذیل ہوتی ہے۔

عمودی فاصلہ X قوت = گردشہ

$$\overline{\tau} = \overline{F} \times \overline{b}$$

$$\tau = F.b.\sin\theta$$

$$\tau = B.I.l.b.\sin\theta$$

اُس کوائل کی رقبہ A = l X b ہوتا ہے۔

$$\tau = B.I.A.\sin\theta$$

اگر $\theta = 90^o$ ہوتو $\sin(\theta) = 1$ ، ایسی حالت میں گردشہ کی قیمت درج ِ ذیل ہوتی ہے۔

$$\tau = B \times I \times A$$

یہ ضابطہ کسی بھی مستطیل نما کوائل میں سے گزرنے والے برقی رو کی وجہ سے پیدا ہونے والے گردشہ کو ظاہر کرتا ہے۔

....

....

مقناطیسیت (Magnetism)	13۔

مقناطیسیت کا تاریخی پس منظر (Historical Background of Magnetism)

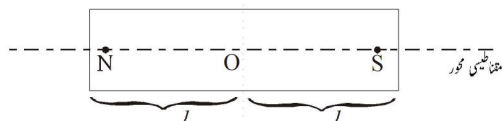
علم طبیعات کی تاریخ پر اگر نظر ڈالیں تو پتہ چلتا ہے کہ مائیلیٹس کے عظیم فلاسفر Thales کو علم تھا کہ میگنیٹائٹ (Lodestone) کے پتھروں میں لوہے کو کشش کرنے کی صلاحیت ہوتی ہے۔ اگر لوہے کے چھوٹے چھوٹے ٹکڑوں کو میگنیٹائٹ کے تعلق میں رکھیں تو ان میں بھی یہی صلاحیت پیدا ہو جاتی ہے۔ اسی طرح سے تاریخ گواہ ہے کہ چینی لوگ اس بات کا علم رکھتے تھے کہ جب Lodestone کی سلاخ کو آزادانہ طور پر لٹکایا جاتا ہے تو وہ ہمیشہ شمالاً جنوباً سمت میں رکتی ہے۔ اسی خاصیت کو بنیاد بنا کر ان لوگوں نے دنیا میں سب سے پہلے قطب نما (Magnetic Compass) تیار کیا جس کا بڑے پیمانے پر، سمندروں میں جہاز رانی میں استعمال کیا جاتا تھا۔ سب سے پہلے Lodestone نامی یہ پتھر Magnesia نامی علاقہ میں پایا گیا تھا اسی لئے اس مخصوص پتھر کو Magnet نام دیا گیا، جسے ہم اردو میں ''مقناطیس'' کہتے ہیں۔

ایک عظیم سائنسداں William Gilbert نے پہلی مرتبہ یہ خیال ظاہر کیا کہ زمین بھی بذات خود ایک بہت بڑا مقناطیس ہے، جس کی وجہ سے سلاخی مقناطیس ہمیشہ شمالاً جنوباً سمت دکھاتا ہے۔ مقناطیس میں پائی جانے والی کشش کرنے کی صلاحیت کو مقناطیسیت (Magnetism) کہا جاتا ہے۔ جب لوہے کے کسی ٹکڑے کو مقناطیس سے رگڑتے ہیں تو اس مقناطیس میں بھی مقناطیسیت پیدا ہو جاتی ہے۔ اس طرح تیار ہونے والے مقناطیس کو مصنوعی مقناطیس (Artificial Magnet) کہتے ہیں اور عام لوہے کو مقناطیس میں تبدیل کرنے کے عمل کو Magnetisation کہا جاتا ہے۔ مصنوعی مقناطیس کو استعمال کی مناسبت سے مختلف شکلوں میں تیار کیا جاتا ہے۔ مثلاً سلاخی مقناطیس، مقناطیسی سوئی، (U) نما مقناطیس، وغیرہ وغیرہ۔ مقناطیس کے اطراف کے علاقہ میں مقناطیسی میدان تیار ہو جاتا ہے۔ اسی لئے جب ایک مقناطیس کے قریب دوسرا مقناطیس لایا جاتا ہے تو اس پر ایک طرح کی میکانیکی قوت عمل کرنے لگتی ہے۔ اگر دونوں مقناطیس کے قطبین ایک جیسے ہوں تو ان کے درمیان قوت دفع پائی جاتی ہے اور جب مخالف قطبین ایک دوسرے کے قریب لائے جائیں تو انکے درمیان قوت کشش پائی جاتی ہے۔ ابتداء میں مقناطیسیت اور برقی میدان کو ایک دوسرے سے بالکل الگ یا بے تعلق قوتیں تصور کیا جاتا تھا، مگر Oersted کے تجربے کے بعد یہ ثابت ہو گیا کہ برقی رو گزارنے پر موصل تار کے اطراف مقناطیسی میدان تیار ہو جاتا ہے۔ اسی طرح سے Faraday کے تجربات سے یہ بات ثابت ہو گئی کہ کسی موصل تار کے اطراف مقناطیسی میدان میں تبدیلی کرنے پر اس میں برقی رو گزرنے لگتی ہے۔ اس طرح یہ بات واضح ہو جاتی ہے کہ برقی میدان اور مقناطیسی میدان ایک دوسرے کے ساتھ بہت گہرے تعلق میں ہوتے ہیں۔ درحقیقت جوہر کے مداروں میں موجود الیکٹران کی گردشی حرکت کی وجہ سے مقناطیسیت پیدا ہوتی ہے ---!

مقناطیسیت (Magnetism):۔ قدرتی طور پر کچھ مخصوص قسم کے پتّھروں میں لوہے کی چیزوں کو کشش کرنے کی صلاحیت پائی جاتی ہے۔ ان پتّھروں کو قدرتی مقناطیس (Natural Magnets) کہا جاتا ہے۔ مثلاً Lodestone ایک قدرتی مقناطیس ہوتا ہے۔

اسی طرح سے مصنوعی طریقہ سے بھی مقناطیسی تیار کئے جاسکتے ہیں۔ مثلاً سلاخی مقناطیس (Bar Magnets) ، قرصی مقناطیس (Disc Magnets) وغیرہ مصنوعی مقناطیس ہوتے ہیں۔ کسی بھی سلاخی مقناطیس کو استعمال کر کے مقناطیس کی خصوصیت کا مطالعہ کیا جاسکتا ہے۔

جب کسی سلاخی مقناطیس کو لوہے کے برادہ میں ڈالتے ہیں تو لوہے کا برادہ اس مقناطیس کے دونوں سروں پر چپک جاتا ہے۔ اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ بار مقناطیس کے دونوں سروں میں لوہے کی کشش کی صلاحیت ہوتی ہے۔ ان دونوں سروں کو مقناطیسی قطبین (Magnetic Poles) کہا جاتا ہے۔ جب کسی بار مقناطیس کو آزادانہ طور پر دھاگہ سے باندھ کر لٹکاتے ہیں تو وہ ہمیشہ شمالاً جنوباً سمت ظاہر کرتا ہے۔ اسی لیئے ان مقناطیسی قطبین کو بالترتیب شمالی قطب (North Pole) اور جنوبی قطب (South Pole) کہا جاتا ہے۔

مقناطیس کے مرکزی نقطہ پر مقناطیسی کشش بالکل نہیں پائی جاتی۔ یعنی مقناطیسی مرکزی نقطہ ہمیشہ نقطۂ اعتدال ہوتا ہے۔

مقناطیسی محور (Magnetic Axis):۔ مقناطیسی کے دونوں قطبین میں سے گزرنے والے تصوراتی خط کو مقناطیسی محور کہا جاتا ہے۔ اگر کوئی نقطہ مقناطیسی محور پر موجود ہو تو اسے محوری نقطہ (Axial Point) کہتے ہیں۔ اس نقطہ کے لیئے جھکاؤ کا زاویہ (Angle of Inclination) ہمیشہ O^o ہوتا ہے۔

$$\theta = 0^0$$

مقناطیسی لمبائی (Magnetic Length):- مقناطیس کے دونوں قطبین کے درمیان پائے جانے والے فاصلے کو مقناطیسی لمبائی کہا جاتا ہے۔

اسے عام طور پر "$2l$" سے ظاہر کرتے ہیں۔

$$\text{مقناطیسی لمبائی} = NO + OS$$

$$= l + l$$

$$\text{مقناطیسی لمبائی} = 2l$$

مقناطیسی استواء (Magnetic Equator):- مقناطیس کے مرکزی نقطہ "O" سے لمبائی کے ساتھ عموداً گزرنے والے تصوراتی خط کو مقناطیسی استواء کہا جاتا ہے۔ اگر کوئی نقطہ مقناطیسی استواء پر موجود ہو تو اسے استواء نقطہ (Equatorial point) کہا جاتا ہے۔ اس نقطہ کے لئے جھکاؤ کا زاویہ 90^0 ہوتا ہے۔

$$\theta = 90^0$$

ہندسی لمبائی (Geometric Length):- کسی بھی مقناطیس کے دونوں سروں کے درمیان پائےجانے والے حقیقی فاصلے کو ہندسی لمبائی کہا جاتا ہے۔

مقناطیسی لمبائی اور ہندسی لمبائی کے درمیان درج ذیل تعلق ہوتا ہے۔

$$\text{مقناطیسی لمبائی} = \frac{5}{6} \times \text{ہندسی لمبائی}$$

مقناطیسی خط قوت (Mganetic Lines of Force):- مقناطیسی میدان میں اگر لوہے کا برادہ آزادانہ طور پر رکھا جائے تو وہ برادہ مخصوص قسم کے خطوط میں ظاہر ہونے لگتا ہے۔ یعنی برادہ مخصوص قسم کے خطوط میں اپنے آپ کو ترتیب دے دیتا ہے۔ ان خطوط کو مقناطیسی خط قوت کہا جاتا ہے۔ ان خطوط کو مقناطیسی سوئی مکمل طور پر trace کر سکتی ہے۔

خصوصیات (Properties):-

۱) مقناطیسی خط قوّت N قطب سے شروع ہوتے ہیں اور S قطب پر ختم ہو جاتے ہیں۔

۲) مقناطیسی خط قوّت کے کسی بھی نقطہ پر کھینچے گئے مماس ہمیشہ مقناطیسی میدان کی سمت کو ظاہر کرتا ہے۔

۳) اگر مقناطیسی میدان طاقتور ہو تو مقناطیسی خطوط بہت قریب پائے جاتے ہیں اور اگر مقناطیسی میدان بہت کمزور ہو تو مقناطیسی خطوط بہت دور دور واقع ہوتے ہیں۔

۴) اگر مقناطیسی میدان کی حدّت یکساں ہو تو مقناطیسی خطوطِ قوت ایک دوسرے سے متوازی اور مساوی فاصلے پر پائے جاتے ہیں۔

۵) مقناطیسی خط قوّت کبھی ایک دوسرے کو قطع نہیں کرتے۔

۶) مقناطیسی خطوطِ قوّت ہمیشہ تناؤ میں رہتے ہیں اور سکڑنے کی کوشش کرتے ہیں اس سے دونوں مخالف قطبین کے درمیان کشش ظاہر ہوتی ہے۔

۷) ایک سمت میں پائے جانے والے مقناطیسی خطوطِ قوت ایک دوسرے سے دفع کا اظہار کرتے ہیں۔

۸) اگر مقناطیسی خط قوت کی سمت کاغذ کی سطح سے عموداً ہو تو اسے "⊗" سے ظاہر کرتے ہیں۔

دوقطبی مقناطیس اور برق گزار دائروی لچھہ کی یکسانیت

(Equivalence between Magnetic Dipole and current carrying circular coil)

اگر کسی مقناطیس کو دو یا دو سے زیادہ ٹکڑوں میں توڑتے چلے جائیں تو آخری مرحلہ میں جو ہر حاصل ہوتے ہیں جن میں برقی باروں (Electrons) کی وجہ سے مقناطیسیت پائی جاتی ہے اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ مقناطیس کی ابتداء درحقیقت الیکٹران کے دائروی حرکت کی وجہ سے ہوتی ہے۔

اس تصّور کو ذہن نشین کرنے کے بعد آیئے اب ہم اسے عملی طور پر ثابت کرنے کی کوشش کریں۔

ایک دائروی لچھہ جس میں برقی رو گزر رہی ہو ہمیشہ ایک مقناطیس کے مانند ہوتا ہے۔

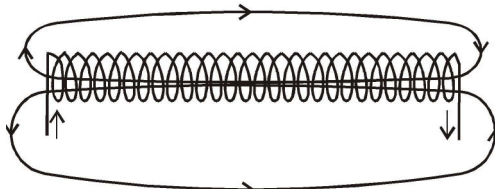
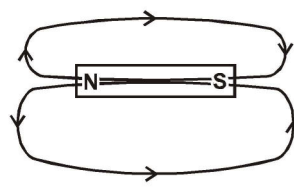



Fig...... (a) Fig...... (b)

جب کسی دائروی لچھہ میں سے برقی رو I گزرتی ہے تو مقناطیسی میدان B میں موجود دائروی لچھہ میں پیدا ہونے والا گردشہ درج ذیل ہوتا ہے۔

$$\tau = IABSin\theta \longrightarrow (1)$$

A ← دائروی لچھے کا رقبہ

B ← مقناطیسی میدان کا امالہ

θ ← دائروی لچھے کے محور اور مقناطیسی امالہ کے درمیان زاویۂ

اسی طرح سے اگر کسی بار مقناطیس کا دو قطبی معیار اثر M ہو تو مقناطیسی امالہ B میں اس مقناطیس پر عمل کرنے والے گردشہ کی قیمت درج ذیل ہوتی ہے۔

$$\tau = M \cdot B \cdot \mathrm{Sin}\theta \longrightarrow (2)$$

درج بالا دونوں مساواتوں کا موازنہ کرنے پر

$$M = I \cdot A$$

اس ظابطہ سے ظاہر ہوتا ہے کہ مقناطیس کا دو قطبی معیار ہمیشہ برقی رو اور دائروی لچھے کے حاصل ضرب کے برابر ہوتا ہے۔ اس ضابطہ کی بنیاد مقناطیسی دو قطبی معیار اثر کی S.I اکائی

ampere x meter^2 ($A.m^2$) ہوتی ہے۔

مقناطیسی دو قطبی معیار اثر (Magnetic Dipole Moment):۔ مقناطیس کے کسیبھی قطب کی قطبی طاقت اور مقناطیسی لمبائی کے حاصل ضرب کو مقناطیسی دو قطبی معیار اثر کہا جاتا ہے۔

اسے $\overline{M}$ سے ظاہر کرتے ہیں۔ یہ ایک سمتی مقدار (Vector quantity) ہوتی ہے جسکی سمت ہمیشہ منفی مقناطیسی بار (S-قطب) سے مثبت مقناطیسی بار (N-قطب) کی جانب ہوتی ہے۔

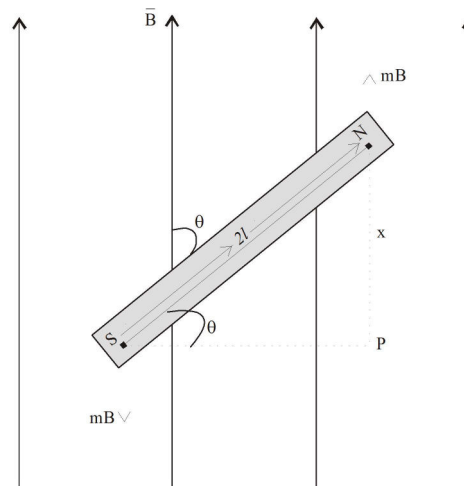
مقناطیسی دو قطبی معیار اثر کا ضابطہ درج ذیل ہوتا ہے۔

مقناطیسی لمبائی x قطبی طاقت = مقناطیسی دو قطبی معیار اثر

$$\overline{M} = (+m) \times (2l)$$

S.I. نظام میں مقناطیسی دو قطبی معیارِ اثر کی اکائی $A.m^2$ ہوتی ہے۔

یکساں مقناطیسی امالہ میں مقناطیس پر عمل کرنے والا گردشہ

(Torque acting on a Magent in Uniform Magnetic Induction):۔

فرض کیجئے کہ ایک بار مقناطیس کی قطبی طاقت ($\pm m$) ہے اور اس کی مقناطیسی لمبائی "2l" ہے۔ اور اس بار مقناطیس کے لیئے مقناطیسی دو قطبی معیار اثر درج ذیل ہوگا۔

مقناطیسی لمبائی x قطبی طاقت = مقناطیسی دو قطبی معیار اثر

$$\overline{M} = (\pm m) \times (2l) \longrightarrow (1)$$

اس بار مقناطیس کو مقناطیس امالہ $\overline{B}$ میں رکھا گیا اور اوسط مقام سے چھیڑا گیا۔ جب یہ مقناطیس اپنے اہتراز حرکت کے انتہائی مقام پر ہوتا ہے۔ تب اس قطبین پر مقناطیسی قوتیں عمل کرنے لگتی ہیں۔ کسی بھی قطب پر عمل کرنے والی قوت درج ذیل ہوتی ہے۔

مقناطیسی امالہ x قطبی طاقت = مقناطیسی قوت

$$F = (\pm m) \times \overline{B} \longrightarrow (2)$$

اس ضابطہ سے ظاہر ہوتا ہے کہ N قطب اور S قطب پر متضاد قوتیں عمل کر رہی ہیں۔ ان متضاد قوتوں کی وجہ سے مقناطیس میں گردشہ (جفت کا معیار اثر) پیدا ہو جاتا ہے۔ جو کہ درج ذیل ہوتا ہے۔

عمودی فاصلہ x قوت = گردشہ

$$\tau = F \times x \text{ --------------(3)}$$

درج بالا خاکہ میں ΔSPN میں غور کرنے پر۔

$$\sin\theta = \frac{x}{2\ell}$$
$$\therefore x = 2\ell\sin\theta$$

$$\therefore x = 2l\sin\theta$$

$$\therefore \text{Equ}^n\ (3) \Rightarrow \tau = F \times 2l \sin\theta$$

مساوات(2) استعمال کرنے پر $\tau = (\pm m)\times\overline{B}\times 2l\cdot\sin\theta$

$$\tau = \left[(\mp m)\times(2l)\right]\times\overline{B}\times\sin\theta$$

مساوات(1) استعمال کرنے پر $\tau = \overline{M}\cdot\overline{B}\cdot\sin\theta$

Case-I:۔ اگر زاویئہ "θ" کہ قیمت 90° ہوتو

$$\tau = \overline{M} \times \overline{B}$$

Case-II:۔ اگر زاویہ "θ" کی قیمت 0° ہوتو

$$\bar{\tau} = 0$$

مماسی قانون (Tangent Law):۔ ''عمودی مقناطیسی امالہ اور افقی مقناطیسی امالہ کا تناسب ہمیشہ جھکاؤ کے زاویئہ کے Tangent کے برابر ہوتا ہے۔''

$$\tan\theta = \frac{\overline{B}_v}{\overline{B}_H}$$

یہ ظابطہ مماس قانون کو ظاہر کرتا ہے۔

فرض کیجیئے کہ ایک بار مقناطیس کو مقناطیسی امالہ میدان میں آزادانہ چھوڑا گیا ہے۔اس مقناطیسی امالہ $\overline{B}$ کے دو اجزاء بنائے جا سکتے ہیں۔

i) مقناطیسی میدان کا افقی امالہ $(\overline{B}_H)$ ii) مقناطیسی میدان کا عمودی امالہ (B_V)

بار مقناطیس اس امالہ میدان میں $(\overline{B}_H)$ کے ساتھ ایک مخصوص زاویہ "θ" بنا کر حالت حالت سکون میں رک جاتا ہے۔

درج بالا خاکہ میں SPN میں غور کرنے پر۔

$$\tan\theta = \frac{\overline{B}_V}{\overline{B}_H}$$
$$\therefore \overline{B}_V = \overline{B}_H.\tan\theta$$

یہ ضابطہ مماسی قانون کہلاتا ہے۔

محوری نقطہ پر مقناطیسی امالہ (Magnetic Induction at Axial Point)

فرض کیجیئے کہ ایک بار مقناطیس کے محور پر ایک نقطہ P موجود ہے جو کہ مقناطیس کے مرکز سے "x" فاصلہ ہے۔

N قطب کے ذریعئے تیار ہونے والا مقناطیسی امالہ درج ذیل ہوگا۔

$$B_1 = \frac{\mu o}{4\pi}\cdot\frac{m}{(r-l)^2} \longrightarrow (1)$$

اسی طرح S قطب کے ذریعئے تیار ہونے والا مقناطیسی امالہ درج ذیل ہوگا۔

$$B_2 = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{m}{(r+\ell)^2} --------(2)$$

نقطہ P پر ماحصل مقناطیسی امالہ درج ذیل ہوگا۔

$$B = B_1 - B_2$$

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{m}{(r-\ell)^2} - \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{m}{(r+\ell)^2}$$

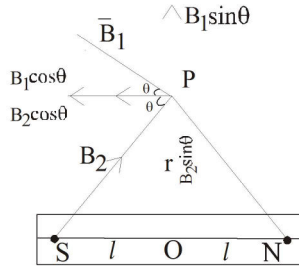
$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{m \times 4r\ell}{(r^2 - \ell^2)^2}$$

اگر "l" بہت چھوٹا ہوتو اسے نظر انداز کر سکتے ہیں۔

$$\therefore B = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{(m \times 2\ell) \times 2r}{r^4}$$

$$\therefore B_2 = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{2M}{r^3} \qquad \{\overline{M} = m \times 2\ell\}$$

یہ ضابطہ مقناطیسی دوقطب کے ذریعے محوری نقطہ پر مقناطیسی امالہ کو ظاہر کرتا ہے۔اس نقطہ پر مقناطیسی امالہ کی سمت ہمیشہ S قطب سے N قطب کی جانب ہوتی ہے۔

استوائی نقطہ پر مقناطیسی امالہ (Magnetic Induction at Equatorial Poit):۔

فرض کیجیئے کہ نقطہ P ایک مقناطیس کے خط استواء پر "r" فاصلے پر موجود ہے۔اس نقطہ پر N قطب کے ذریعئے تیار ہونے والا مقناطیسی امالہ درج ذیل ہوگا۔

$$B_1 = \frac{\mu_o}{4\pi} \cdot \frac{m}{r^2 + l^2} \longrightarrow (1)$$

اسی طرح سے اس نقطہ پر S قطب کے ذریعئے تیار ہونے والا مقناطیسی امالہ درج ذیل ہوگا۔

$$B_2 = \frac{\mu_o}{4\pi} \cdot \frac{m}{r^2 + l^2} \longrightarrow (2)$$

درج بالا خاکہ میں غور کرنے پر

$$\cos\theta = \frac{\ell}{\sqrt{r^2 + \ell^2}}$$

نقطہ P پر عمل کرنے والا ماحصل مقناطیسی امالہ درج ذیل ہوگا۔

$$B = B_1 \cos\theta + B_2 \cos\theta$$

$$\therefore B = \frac{\mu_o}{4\pi} \cdot \frac{2ml}{(r^2 + l^2)^{3/2}}$$

$$\{\therefore m = 2m \times 1$$

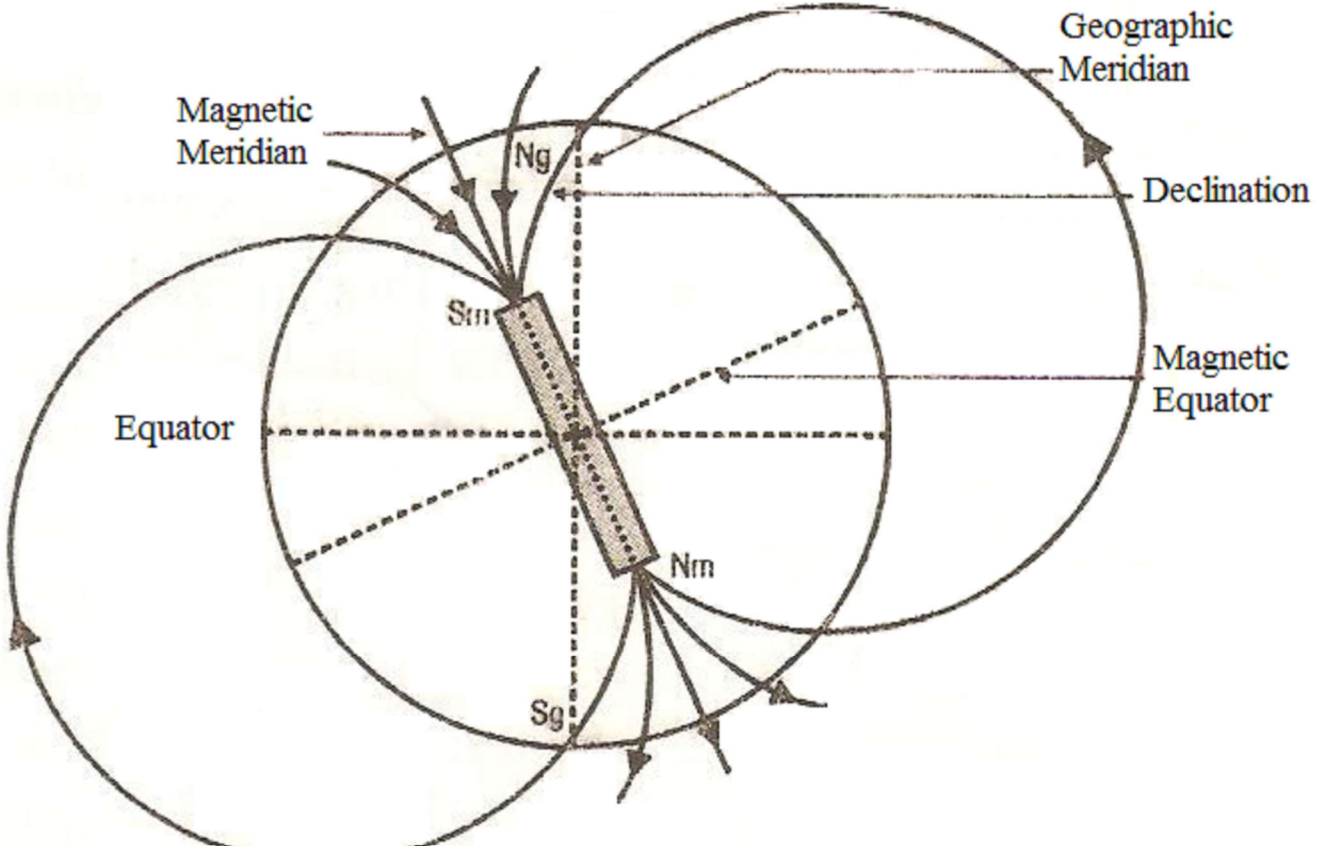
$$\therefore \frac{\mu_o}{4\pi} \cdot \frac{M}{(r2 + 12)^{3/2}} \longrightarrow (3)$$

اگر "l" بہت چھوٹا ہوتو اسے نظر انداز کر سکتے ہیں۔

$$\therefore (3) \Rightarrow$$

$$B = \frac{\mu o}{4\pi} \cdot \frac{M}{r^3}$$

یہ ضابطہ استوائی نقطہ پر مقناطیسی امالہ کی قیمت کو ظاہر کرتا ہے۔اس نقطہ پر مقناطیسی امالہ کی سمت ہمیشہ N قطب سے S قطب کی جانب محور سے متوازی ہوتی ہے۔

زمین کا مقناطیسی میدان (Magnetic Field of the Earth):۔

زمین کے مقناطیسی میدان کے مطالعہ کو ارضی مقناطیسیت (Geo - Magnetism) کہتے ہیں۔جیسا کہ ہم جانتے ہیں کہ جب کسی بار مقناطیس کو زمین کی سطح پر آزادانہ طور پر لٹکا دیا جاتا ہے، تب وہ شمال اور جنوب کی سمت میں رہ جاتا ہے۔ اِس حقیقت سے ظاہر ہوتا ہے کہ زمین خود ایک بہت بڑا مقناطیس ہے۔زمین کے مقناطیسی میدان کی اہم اصطلاحات درج ِ ذیل ہیں۔

(ا):۔ جغرافیائی محور (Geographic Axis):۔

جس تصوراتی خط کے اطراف زمین گردشی حرکت کرتی ہے، اُسے زمین کا جغرافیائی محور کہا جاتا ہے۔

(۲):۔ جغرافیائی نصف النہار (Geographic Meridian):۔

زمین کے جغرافیائی شمال اور جغرافیائی جنوب سے عموداً گزرنے والی تصوراتی مستوی کو جغرافیائی نصف النہار کہا جاتا ہے۔

(۳):۔ جغرافیائی استواء (Geographic Equator):۔

زمین کے جغرافیائی محور سے عموداً گزرنے والے تصوراتی خط کو جغرافیائی استواء کہتے ہیں۔

(۴):۔ مقناطیسی محور (Magnetic Axis):۔

زمین کے مقناطیسی شمالی قطب اور مقناطیسی جنوبی قطب سے گزرنے والے تصوراتی خط کو مقناطیسی محور کہتے ہیں۔

زمین کے جغرافیائی محور اور مقناطیسی محور کے درمیان پایا جانے ولا زاوئیہ 11.3^o ہوتا ہے۔

(۵):۔ مقناطیسی نصف النہار (Magnetic Meridian):۔

زمین کے مقناطیسی شمال اور مقناطیسی جنوب سے عموداً گزرنے والی تصوراتی مستوی کو مقناطیسی نصف النہار کہا جاتا ہے۔

(۶):۔ مقناطیسی استواء (Magnetic Equator):۔

زمین کے مقناطیسی محور سے عموداً گزرنے والے تصوراتی خط کو مقناطیسی استواء کہتے ہیں۔

جھکاؤ کا زاوئیہ (Angle of Dip):۔

زمین کی سطح پر کسی مخصوص مقام پر، زمین کے مقناطیسی میدان اور اُفقی سمت کے درمیان تیار ہونے والے زاوئیہ کو جھکاؤ کا زاوئیہ کہتے ہیں۔

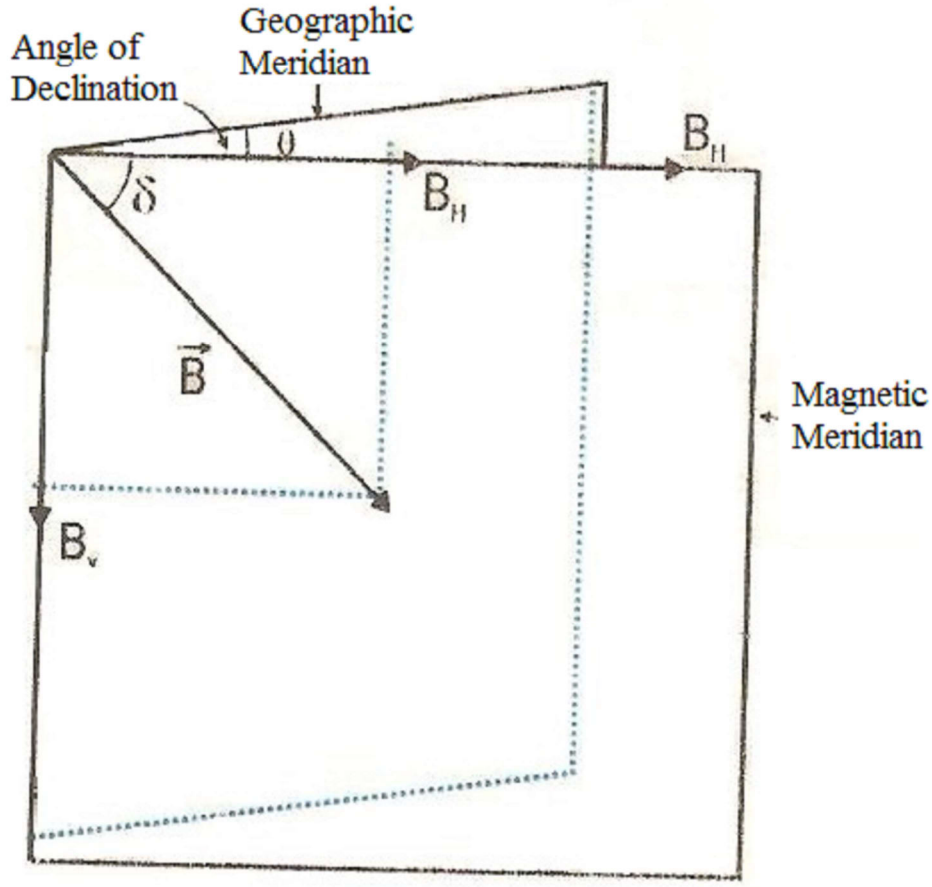
اِسے درج ِ ذیل خاکہ میں دکھایا گیا ہے۔

ڈھلانی زاوئیہ (Angle of Declination):۔

زمین کے مقناطیسی نصف النہار اور جغرافیائی نصف النہار کے درمیان جو زاوئیہ پایا جاتا ہے، اُسے ڈھلانی زاوئیہ کہتے ہیں۔

اِسے درج ِ ذیل خاکہ میں دکھایا گیا ہے۔

~~~~~~

~~~~~~

عددی سوالات

Nemerical Problems

سوال نمبر(1):۔ ایک دائروی حلقہ(Circular Coil) میں لچھوں کی تعداد 1000 ہے اور ہر ایک لچھے کا سطحی رقبہ $2m^2$ ہے۔ اُس لچھے میں سے گزرنے والا برقی رو 3mA ہے۔ اُس لچھے کا مقناطیسی معیار اثر محسوب کیجئے۔

جواب:۔ دیا ہوا ہے کہ،

$$n = 1000$$

$$A = 2\ m^2$$

$$i = 3\ mA = 3 \times 10^{-3}\ A$$

کسی بھی کوائل میں سے گزرنے والے برقی رو کی وجہ سے تیار ہونے والا مقناطیسی معیار اثر درج ِ ذیل ہوتا ہے۔

$$M = n \times i \times A$$

$$M = 1000 \times 3 \times 10^{-3} \times 2$$

$$M = 6\ A\ m^2$$

سوال نمبر(2):۔ ایک سلاخی مقناطیس کی ہندسی لمبائی 18cm ہے اور اُس کی قطبی طاقت 100 Am ہے۔ اُس مقناطیس کا دوقطبی مقناطیسی معیار اثر محسوب کیجئے۔

جواب:۔ دیا ہوا ہے کہ،

ہندسی لمبائی = 18cm

$$m = 100\ A\ m$$

$$M = ?$$

دوقطبی مقناطیس کیلیئے ہندسی لمبائی اور مقناطیسی لمبائی کے درمیان تعلق درج ِ ذیل ہوتا ہے۔

$$\text{مقناطیسی لمبائی} = \frac{5}{6} \times \text{ہندسی لمبائی}$$

$$2l = \frac{5}{6} \times 18$$

$$2l = 15cm = 15 \times 10^{-2} m$$

مقناطیسی دوقطبی معیارِ اثر درجِ ذیل ہوتا ہے۔

$$M = m \times (2l)$$

$$M = 100 \times (15 \times 10^{-2})$$

$$\therefore M = 15 Am^2$$

سوال نمبر(3):۔ ایک مقناطیس کا مقناطیسی دوقطبی معیارِ اثر $2Am^2$ ہے۔ یہ بار مقناطیس ایک مقناطیسی میدان سے 30^o زاویہ سے منحرف ہو رہا ہے۔ اگر اُس مقناطیس میدان کا امالہ $2 Wb/m^2$ ہو تو عمل کرنے والے گردشہ کی قدر محسوب کیجئے۔

جواب:۔ دیا ہوا ہے کہ،

$$M = 2\ A\ m^2$$

$$B = 2\ Wb / m^2$$

$$\theta = 30^o$$

گردشہ کی قدر درجِ ذیل ہوتی ہے۔

$$\tau = MB \sin\theta$$

$$\tau = 2 \times 2 \times \sin 30^o$$

$$\tau = 2 \times 2 \times \frac{1}{2}$$

$$\therefore \tau = 2Nm$$

سوال نمبر(4):۔ ایک مقناطیسی سوئی کے ذریعے تیار ہونے والا جھکاؤ کے زاویہ (Angle of Dip) کی قیمت $21^o48'$ ہے۔ اگر اُس مقام پر زمین کے مقناطیس میدان کا اُفقی امالہ $3.5 \times 10^{-5} Wb / m^2$ ہو تو اُس مقام پر زمین کے مقناطیسی میدان کا امالہ محسوب کیجئے۔

جواب:۔ دیا ہوا ہے کہ،

$$\delta = 21^o 48'$$

$$B_H = 3.5 \times 10^{-5} Wb / m^2$$

مماسی قانون کے مطابق، $\tan\delta = \frac{B_V}{B_H}$

$$B_V = B_H \times \tan\delta$$

$$B_V = 3.5 \times 10^{-5} \times \tan(21^o 48')$$

$$B_V = 3.5 \times 10^{-5} \times 0.4$$

$$B_V = 1.4 \times 10^{-5} Wb / m^2$$

زمین کا ماحصل مقناطیسی امالہ درجِ ذیل ہوگا۔

$$B = \sqrt{B_H^2 + B_V^2}$$

$$B = \sqrt{(3.5 \times 10^{-5})^2 + (1.4 \times 10^{-5})^2}$$

$$B = \sqrt{12.25 \times 10^{-10} + 1.96 \times 10^{-10}}$$

$$B = \sqrt{14.21 \times 10^{-10}}$$

$$B = 3.77 \times 10^{-5} Wb / m^2$$

سوال نمبر(5):۔ ایک سلاخی مقناطیس کی قطبی طاقت 10 Am ہے اور اُس کی مقناطیسی لمبائی 5 cm ہے۔ اُس مقناطیس کے دونوں قطبین سے 10cm کے فاصلے پر موجود ایک نقطہ پر مقناطیسی امالہ محسوب کیجئے۔($\mu_o = 4\pi \times 10^{-7}\ SIUnit$)

جواب:۔ دیا ہوا ہے کہ،

$$m = 10\ Am$$

$$2l = 5 \times 10^{-2}\ m$$

$$r = 10 \times 10^{-2}\ m$$

$$B = ?$$

مقناطیسی دوقطبی معیار اثر درجِ ذیل ہوتا ہے۔

$$M = (2l) \times m$$

$$M = 0.5\ Am^2$$

اِس حالت میں مقناطیسی امالہ درجِ ذیل ہوگا۔

$$B_{eq} = \frac{\mu_o}{4\pi} \times \frac{M}{(r^2 + l^2)^{3/2}}$$

$$B_{eq} = 10^{-7} \times \frac{0.5}{[(0.1)^2 + (0.5)^2)]^{3/2}}$$

$$B_{eq} = 10^{-7} \times \frac{0.5}{[0.01 + 0.25]^{3/2}}$$

$$B_{eq} = 10^{-7} \times \frac{0.5}{[0.26]^{3/2}}$$

$$B_{eq} = 10^{-7} \times \frac{0.5}{0.26\sqrt{0.26}}$$

$$B_{eq} = 10^{-7} \times \frac{0.5}{0.26 \times 0.51}$$

$$B_{eq} = 10^{-7} \times \frac{0.5}{0.133}$$

$$B_{eq} = 3.76 \times 10^{-7} Wb/m^2$$

سوال نمبر(6):۔ ایک بار مقناطیس کا مقناطیسی دوقطبی معیار اثر $0.5 Am^2$ ہے۔ اگر اُس بار مقناطیس کی مقناطیسی لمبائی 10cm ہو تو نزدیکی قطب سے 15cm کے فاصلے پر، مقناطیسی محور پر مقناطیسی امالہ محسوب کیجئے۔($\mu_o = 4\pi \times 10^{-7}\ SIUnit$)

جواب:۔ دیا ہوا ہے کہ،

$$M = 0.5 Am^2$$

$$2l = 10cm = 0.1m$$

$$r = 15 + 5 = 20cm$$

$$\therefore r = 20 \times 10^{-2} m$$

$$B_{axis} = ?$$

$$B_{axis} = \frac{\mu_o}{4\pi} \times \frac{2Mr}{(r^2 - l^2)^2}$$

$$B_{axis} = 10^{-7} \times \frac{2 \times 0.5 \times 0.2}{(0.04 - 0.0025)^2}$$

$$B_{axis} = 10^{-7} \times \frac{0.2}{(0.0375)^2}$$

$$B_{axis} = 10^{-7} \times \frac{0.2}{0.0014}$$

$$B_{axis} = 10^{-7} \times 142.86$$

$$B_{axis} = 1.4286 \times 10^{-5} Wb/m^2$$

سوال نمبر(7) :۔ایک دائروی coil میں turns کی تعداد 500 ہے اور اوسط نصف قطر 25cm ہے۔اگر اس coil میں سے 50 mA برقی رو گزرتا ہے اس coil کے مقناطیسیت کا مقناطیسی دو قطبی میعار اثر معلوم کیجئے ؟

جواب: دیا ہوا ہے۔

$$M = N \times I \times A$$
$$= N \times I \times \pi r^2$$
$$= 500 \times 50 \times 10^{-3} \times 3.142 \times (25 \times 10^{-2})^2$$
$$M = 4.91\ A.m^2$$

سوال نمبر(8) ایک مقناطیس کے محور پر دو نقاط بالترتیب 10cm اور 20cm فاصلوں پر موجود ہیں۔ان نقاط پر مقناطیسی امالہ کی قیمت کا تناسب 2 :25 ہے۔مقناطیسی لمبائی معلوم کیجئے ؟

جواب دیا ہوا ہے کہ۔

$$r_1 = 10\ cm'$$
$$r_2 = 20cm'$$
$$\frac{B_1}{B_2} = \frac{25}{2} \qquad 2l = ?$$

$$B_1 = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{2M r_1}{(r_1^{\ 2} - l)^2} ----------(1)$$

$$_2 = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{2M r_2}{(r_2^{\ 2} - l^2)^2} \qquad \frac{B_1}{B_2} = \frac{r_1}{r_2} \times \frac{(r_2^{\ 2} - l^2)^2}{(r_1^{\ 2} - l^2)^2}$$

$$\frac{25}{2} = \frac{10}{20} \times \frac{(400 - l^2)^2}{(100 - l^2)^2} \qquad 25 = \left[\frac{(400 - l^2)^2}{(100 - l^2)^2}\right]^2$$

$$\therefore 5 = \frac{400 - l^2}{100 - l^2}$$

حل کرنے پر؛

$$l = 5cm$$

دیئے گئے بار مقناطیس کی مقناطیسی لمبائی درج ذیل ہیں۔

مقناطیسی لمبائی = 2l

= 2 x 5

مقناطیسی لمبائی = 10cm

سوال نمبر(9) :۔ایک مقناطیس کا دو قطبی معیار اثر $1.5\ A.m^2$ ہے۔اس بار مقناطیس کو $5 \times 10^{-4} Wb/m^2$ مقناطیسی امالہ میں عموداً دیا گیا۔مقناطیس پر عمل کرنے والا گردشہ محسوب کیجئے ؟

جواب دیا ہوا ہے کہ۔

$$M = 1.5\ A.m^2$$
$$B = 5 \times 10^{-4} Wb/m^2$$
$$\theta = 90^0$$
$$\lambda = ?$$

ضابطہ:۔

$$\lambda = M.B\ .\ Sin\theta$$
$$\lambda = 1.5 \times 5 \times 10^{-4} \times Sin90^0$$
$$\lambda = 7.5 \times 10^{-4}\ N.m$$

سوال نمبر(10):۔ایک چھوٹے بار مقناطیس کے محور پر اکے ایک نقطہ پر امالہ کی قیمت $5 \times 10^{-6} Wb/m^2$ ہے اگر مقناطیس کے مرکزی نقطہ سے اس نقطہ کا فاصلہ 40 cm ہو تو بار مقناطیس کا دو قطبی معیار اثر معلوم کیجئے ؟

جواب: دیا ہوا ہے کہ

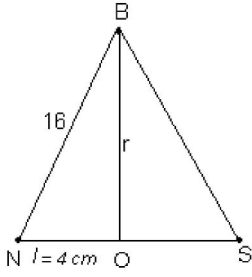
$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{2M}{r^3} \qquad 5 \times 10^{-6} = 10^{-7} \times \frac{2M}{(0.4)^3}$$

$$M = \frac{50 \times (0.4)^3}{2} \qquad M = \frac{50 \times 0.064}{2}$$

$$M = 25 \times 0.064 \qquad M = 1.6\ A\ m^2$$

سوال نمبر(11):۔ ایک مقناطیسی بار کی قطبی طاقت !0 A.m ہے اور مقناطیس کی لمبائی 8 cm ہے دونوں قطبین سے 16cm فاصلہ پر موجود نقطہ پر مقناطیسی امالہ کی قیمت معلوم

کیجئے ؟

جواب:۔

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{M}{(r^2 + l^2)^{3/2}} \text{ - - - - - - - - (1)}$$

درج بالا خاکہ سے ظاہر ہوتا ہے کہ

$(r^2 + l^2)^{1/2} = 16\text{ cm} = 0.16\text{cm}$

$\therefore M = m \times 2l$

$= 10 \times 0.08$

$\therefore M = 0.8\text{ Am}^2$

تمام قیمتیں مساوات (1) میں رکھنے پر

$$B = 10^{-7} \times \frac{0.8}{(0.16)^3}$$

$\therefore B = 1.953 \times 10^{-6}\text{ Wb/m}^2$

....

....

Multiple Choice Questions

متبادل انتخابی سوالات

سوال نمبر(1):۔ کسی بھی مقناطیس کیلئے کون سی خاصیت غلط ہوتی ہے۔

(a) مقناطیس میں ہمیشہ دو قطبین پائے جاتے ہیں۔

(b) مقناطیس کے دونوں قطبین کو ایک دوسرے سے الگ کیا جا سکتا ہے۔

(c) مقناطیس کے شمالی قطب کو عام طور پر مثبت قطب مانا جاتا ہے۔

(d) مقناطیس کے استواء پر مقناطیسی قویٰ صفر ہوتا ہے۔

سوال نمبر(2):۔ کسی بھی مقناطیس کی مقناطیسیت (Magnetism) کی بنیادی وجہ۔۔۔۔۔۔

(a) الیکٹران کی مداروں میں گردشی حرکت ہوتی ہے۔

(b) مرکزے میں پروٹان کی حرکت ہوتی ہے۔

(c) مرکزے میں نیوٹران کی حرکت ہوتی ہے۔

(d) مرکزے میں پروٹان اور نیوٹران کی باہمی قوت کشش ہوتی ہے۔

سوال نمبر(3):۔ کسی بھی Solenoid میں تیار ہونے والے مقناطیسی دو قطبی معیار اثر۔۔۔۔؟

(a) $M = i / A$ (b) $M = A / i$

(c) $M = i \times A$ (d) $M = i^2 \times A$

سوال نمبر(4):۔ مقناطیسی دو قطبی معیار اثر کا ضابطہ۔۔۔۔۔۔؟

(a) $\overline{M} = \overline{(2l)} / m$ (b) $\overline{M} = \overline{(2l)} \times m^2$

(c) $\overline{M} = m / \overline{(2l)}$ (d) $\overline{M} = m.\overline{(2l)}$

سوال نمبر(5):۔مقناطیسی دوقطبی معیار اثر کی سمت ۔۔۔۔۔۔۔۔ہوتی ہے۔

(a) ہمیشہ S۔قطب سے N۔قطب کی جانب

(b) ہمیشہ N۔قطب سے S۔قطب کی جانب

(c) ہمیشہ مقناطیسی محور سے عموداً باہر کی جانب

(d) ہمیشہ مقناطیسی محور سے عموداً اندر کی جانب

سوال نمبر(6):۔ زمین کے مقناطیسی میدان کیلئے جھکاؤ کا زاویہ(Angle of Dip) ۔۔۔۔۔۔ہوتا ہے۔

(a) $\delta = \tan^{-1}(\frac{B_H}{B_V})$ (b) $\delta = \tan^{-1}(\frac{B_V}{B_H})$

(c) $\delta = \tan(\frac{B_H}{B_V})$ (d) $\delta = \tan(\frac{B_V}{B_H})$

سوال نمبر(7):۔ ایک بار مقناطیس کی مقناطیسی لمبائی 10cm ہے۔اُس کی ہندسی لمبائی ۔۔۔۔۔۔ہوگی۔

(a) 6 cm (b) 8 cm (c) 10cm (d) 12cm

سوال نمبر(8):۔ایک بار مقناطیس کی قطبی طاقت 50Am ہے اور اُسکی مقناطیسی لمبائی 10cm ہے۔اُس مقناطیس کا دوقطبی معیار اثر۔۔۔۔۔۔؟

(a) 10.0 Am^2 (b) 15.0 Am^2 (c) 5.0 Am^2 (d) 50.0 Am^2

سوال نمبر(9):۔ بیرونی مقناطیسی میدان میں بار مقناطیس پر عمل کرنے والا گردشہ۔۔۔۔۔۔؟

(a) $\tau = MB\tan\theta$ (b) $\tau = MB\cos\theta$ (c) $\tau = MB\sin\theta$ (d) $\tau = MB\cot\theta$

سوال نمبر(10):۔ایک مستطیلی لچھے دار تار میں حلقوں کی تعداد 200 ہے، جس میں لمبائی 8cm اور چوڑائی 5cm ہے۔اگر اُس تار میں سے گزرنے والے برقی رو کی قیمت 2A ہو تو اُس کوائل کی مقناطیسی دوقطبی معیار اثر کی قدر۔۔۔۔۔۔۔؟

(a) 0.8 A m^2 (b) 1.6 A m^2 (c) 3.2 A m^2 (d) 6.4 A m^2

Answer Key

Q. No. (1) --(b) Q. No. (2) --(a) Q. No. (3) --(c) Q. No. (4) --(d)

Q. No. (5) --(a) Q. No. (6) --(b) Q. No. (7) --(d) Q. No. (8) --(c)

Q. No. (9) --(c) Q. No. (10) --(b)

☆☆☆☆☆

☆☆☆

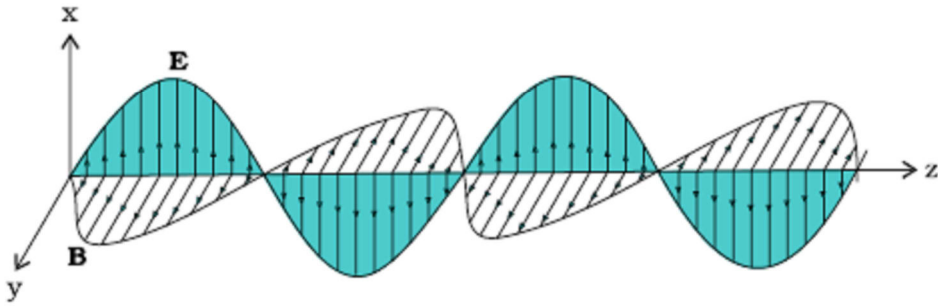
☆

برقی مقناطیسی لہریں (Electromagnetic Waves)	14۔

برقی مقناطیسی لہروں کا ایک مختصر تعارف

قدیم زمانے میں زیادہ تر مواصلاتی نظام میں آواز کی لہروں کو استعمال کیا جاتا تھا۔اس نظام میں بہت سی تحدیدیں موجود تھیں۔مثلاً اس نظام میں بہت زیادہ طویل فاصلوں کے لئے مواصلات کو استعمال نہیں کیا جاسکتا تھا۔یہ نظام زیادہ تر موصل تاروں پر منحصر ہوتا تھا،یعنی اس نظام میں معلومات کو برقی تاروں کے ذریعئے ایک جگہ سے دوسری جگہ منتقل کیا جاتا تھا۔

جب برقی مقناطیسی لہروں کو پیدا کرنا اور انہیں ایک جگہ سے نشر کر کے دوسری جگہ حاصل کرنا ممکن ہوا،تو ایک زبردست انقلاب رونما ہوگیا۔اب مواصلاتی نظام بغیر تاروں والا نظام یعنی Wireless Communication بن گیا۔اور اس میں زبردست ترقی ہوئی۔آج کے دور میں مواصلات کے نظام میں مکمل طور پر ریڈیائی لہریں یا برقی مقناطیسی لہریں استعمال کی جاتی ہیں۔

برقی مقناطیسی لہریں درحقیقت،ایک دوسرے پر عموداً عمل کرنے والے برقی میدان اور مقناطیسی میدان کی شکل میں،نور کی رفتار سے آگے کی سمت بڑھنے والی لہریں ہوتی ہیں۔ان لہروں کے ذریعئے معلومات کو نور کی رفتار سے کسی بھی فاصلے تک پہونچایا جاسکتا ہے۔۔۔!

علم طبیعات میں ایک بہت ہی بلند مقام رکھنے والے سائنسداں، J.C.Maxwell نے کولمب،اورسٹیڈ، ایمپیئر ،فیراڈے،وغیرہ کے نظریات اور تجربات کو بنیاد بنا کر چار حسابی مساواتیں تیار کیں۔ان مساواتوں کو آج ہم Maxwell's Equations کے نام سے جانتے ہیں۔ان حسابی مساواتوں کی بنیاد پر Maxwell نے برقی مقناطیسی لہروں کا تصور 1865 میں پیش کیا۔برقی مقناطیسی لہروں کے اس نظریاتی تصور کو 1887 میں Hertz نامی سائنسداں نے عملی طور پیدا کر کے اس دنیا میں ایک عظیم انقلاب پیدا کیا۔۔۔!

☆☆☆☆☆

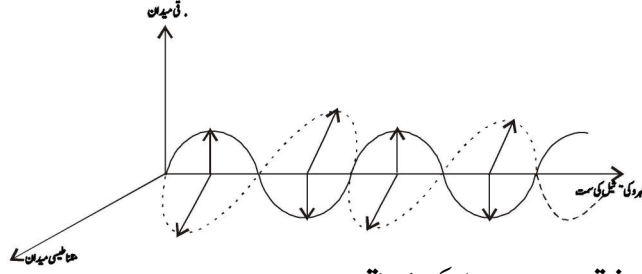
سوال نمبر(1):۔ برقی مقناطیسی لہروں سے کیا مراد ہے؟ان کی اہم خصوصیات بیان کیجئے؟

جواب:۔ برقی مقناطیسی لہریں(Electromagnetic Waves):۔ ''ارتعاشی برقی میدان اور مقناطیسی میدان کا لہروں کی شکل میں ایک جگہ سے دوسری جگہ ارسال ہونے کے عمل کو برقی مقناطیسی لہریں کہا جاتا ہے۔''

جب برقی بار حالت سکون میں رہتا ہے۔تو اس کے اطراف صرف برقی میدان ہوتا ہے۔لیکن جب یہ برقی بار ایک جگہ سے دوسری جگہ منتقل ہوتا ہے تو برقی رو تیار کرتا ہے۔کسی بھی موصل تار میں یکساں انداز میں بہنے والے برقی رو کی وجہ سے اس تار کے اطراف مقناطیسی میدان تیار ہوجاتا ہے۔Maxwell نامی سائنسداں نے برقی میدان اور مقناطیسی میدان کے متعلق حسابی مساواتوں(Mathematical equations) کا مطالعہ کیا اور اس نتیجہ پر پہونچا کہ برقی میدان میں تبدیلی پیدا کر کے مقناطیسی میدان تیار کیا جاسکتا ہے اور اسی کے بالکل برعکس مقناطیسی میدان میں تبدیلی پیدا کر کے برقی میدان تیار کیا جاسکتا ہے۔اس دلچسپ نتیجہ سے اس بات کے امکانات صاف ظاہر ہونے لگے کہ برقی مقناطیسی لہروں کو پیدا کیا جاسکتا ہے۔

Hertz نامی سائنسداں نے 1887 میں کئی تجربات کیئے اور برقی مقناطیسی لہروں کو تیار کرنے میں کامیابی حاصل کی۔اسی طرح سے ہندوستانی سائنسداں جگدیش چندر بوس نے بھی تجرباتی بنیاد پر برقی مقناطیسی لہروں کو پیدا کرنے کے دوسرے طریقہ پیش کیئے۔اٹلی کے سائنسداں Marcony نے بہترین طریقوں سے برقی مقناطیسی لہروں کو پیدا کیا اور مواصلات کی دنیا میں ان لہروں کے استعمال کی اہمیت کو دنیا پر ظاہر کیا۔آج بھی موصلات(Telecommunication) کی دنیا میں برقی مقناطیسی لہروں کی اہمیت ساری دنیا پر واضح ہے۔

خصوصیات(Properties):۔برقی مقناطیسی لہروں کی اہم خصوصیات درج ذیل ہیں۔

۱) یہ لہریں ارتعاشی برقی میدان اور مقناطیسی میدان پر مشتمل ہوتی ہیں۔ یہ برقی میدان اور مقناطیسی میدان ایکدوسرے پر عمود ہوتے ہیں۔ ان لہروں کو درج ذیل انداز میں دکھایا جاسکتا ہے۔

۲) برقی مقناطیسی لہروں کو ایک جگہ سے دوسری جگہ منتقل ہونے کے لیئے کسی بھی قسم کے مادّی واسطہ (Material Medium) کی ضرورت نہیں ہوتی ہے۔ اسی لیئے یہ لہریں خلاء (Free Space) میں سے بھی تیزی سے گزر سکتی ہیں۔

۳) برقی مقناطیسی لہریں ہمیشہ نور کی رفتار سے حرکت کرتی ہیں۔

$$C = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

۴) برقی مقناطیسی لہریں ہمیشہ عرضی فطرت (Transverse Nature) رکھتی ہیں۔

۵) برقی مقناطیسی لہریں تقطیب (Polarisation) کا اظہار کرتی ہیں۔

۶) برقی مقناطیسی لہروں کو ان کی تواتر (Frequency) کی مناسبت سے مختلف قسموں میں تقسیم کیا جاسکتا ہے۔ مثلاً

Sr. No.	برقی مقناطیسی لہر	تواتد	طول موج
1)	Standard Broadcast Band	10^4Hz	10^3m
2)	T. V. and F. M.	10^6Hz	-
3)	Microwave	10^8Hz	10^0m
4)	Infra Red * Visible Light	10^{11}Hz	10^{-2}m 10^{-6}m
5)	Ultravoilet	10^{14}Hz	10^{-6}m
6)	X-Rays	10^{16}Hz	10^{-9}m
7)	Gamma Rays	10^{18}Hz	10^{-10}m

۷) تواتر کی مناسبت سے برقی مقناطیسی لہروں کی یہ مختلف قسموں کو مختلف قسم کے کاموں میں استعمال کیا جاسکتا ہے۔ مثلاً Micro wave لہروں کو "گرمی" پیدا کرنے کے لیئے استعمال کیا جاتا ہے۔

X-Rays کو ہڈیوں کے Fractures کا پتہ لگانے کے لیئے تصویر تیار کرنے کے لیئے استعمال کرسکتے ہیں۔ وغیرہ وغیرہ۔

سوال:۔ برقی مقناطیسی لہروں کی عرضی فطرت کی وضاحت کیجیئے؟

جواب:۔ عرضی فطرت (Transverse Nature):۔ Hertz نامی سائنسدان نے تجرباتی بنیاد پر برقی مقناطیسی لہروں کو پیدا کیا اور ان کی خصوصیات کا مطالعہ کیا۔ اس کے تجربات سے ثابت ہوا کہ برقی مقناطیسی لہریں فطرتاً عرضی لہریں ہوتی ہیں۔

برقی مقناطیسی ہمیشہ برقی میدان اور مقناطیسی میدان پر مشتمل ہوتی ہیں جو کہ ایک دوسرے سے عموداً ارتعاشی حرکت کرتے ہوئے آگے کی سمت بے انتہا تیز رفتار سے بڑھتی ہیں۔

ان لہروں میں موجود برقی میدان کی ارتعاشی لہر کی مساوات درج ذیل نوعیت کی ہوتی ہے۔

ان لہروں میں موجود برقی میدان کی ارتعاشی لہر کی مساوات درج ذیل نوعیت کی ہوتی ہے۔

$$E = E_0 \cdot \sin 2\pi\{\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T}\}\vec{j} - - - - - - - - -(1)$$

اسی طرح سے مقناطیسی میدان کی ارتعاشی لہر کی مساوات درج ذیل نوعیت کی ہوتی ہے۔

$$B = B_0 \cdot \sin 2\pi\{\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T}\}\vec{k} - - - - - - - - -(2)$$

جب یہ دونوں قسم کی لہریں ایک ساتھ ایک دوسرے سے عموداً حرکت کرتی ہیں تو برقی مقناطیسی لہر تیار ہوتی ہے۔ جس کی خطی رفتار درج ذیل ہوتی۔

$$C = \frac{E}{B} = \frac{E_o}{B_o}$$

Maxwell کی مساواتوں کی بنیاد پر ثابت کیا جا سکتا ہے کہ برقی مقناطیسی لہروں کی رفتار درج ذیل ہوتی ہے۔

$$C = \frac{1}{\sqrt{\mu_o \cdot \varepsilon_o}}$$

یہاں:-

□ ε ← خلاء کی Permitivity ہے جس کی قیمت $8.854 \times 10^{-12}\ C^2/N.m^2$ ہوتی ہے۔اور

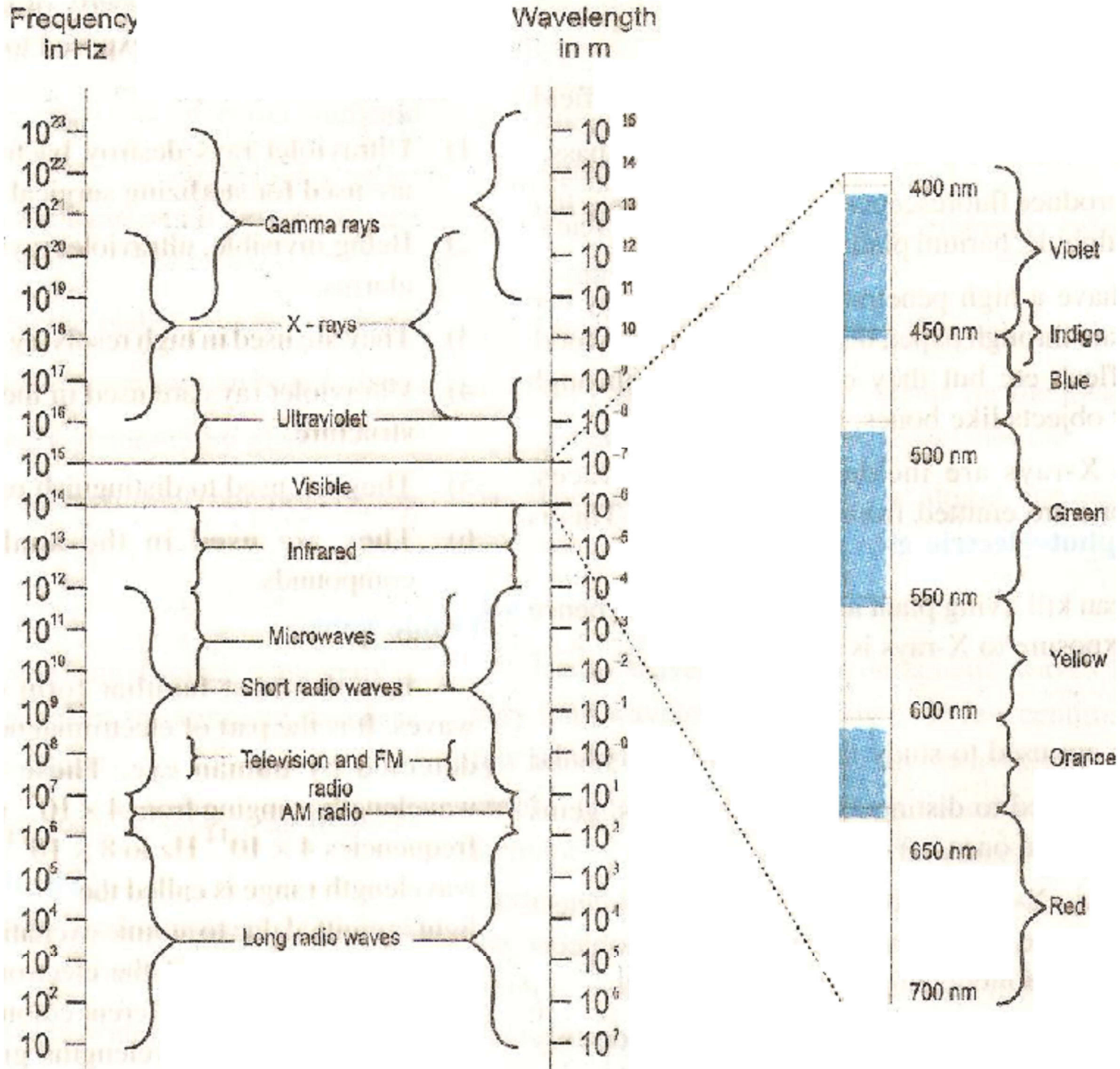
□ μ ← خلاء کی Permeability ہے جس کی قیمت $4\pi \times 10^{-7}\ N.s^2/C^2$ ہوتی ہے۔

$$\therefore C = \frac{1}{\sqrt{4\pi \times 10^{-17} \times 8.854 \times 10^{-12}}}$$

$$C = 2 \cdot 99792 \times 10^8\ m/s$$

برقی مقناطیسی لہریں تقطیب (Polarisation) کے مظہر کا اظہار کرتی ہیں جو کہ ان کی عرضی فطرت کو ظاہر کرتی ہے۔

سوال:۔ برقی مقناطیسی طیف کی وضاحت کیجئے؟

جواب:۔ برقی مقناطیسی طیف (Electromagnetic Spectrum):۔ برقی مقناطیسی لہروں کو ان کی تواتر کی مناسبت سے مختلف قسموں میں تقسیم کیا جا سکتا ہے ان تمام قسموں کو مجموعی طور پر برقی مقناطیسی طیف کہا جا سکتا ہے۔ان کی وضاحت درج ذیل ہے۔

(۱) کمتر تواتر (Low Frequency):۔ ان کی تواتر 30KHz سے 300kHz کے درمیان ہوتی ہے،انھیں کمتر تواتر کی برقی مقناطیسی لہریں کہا جاتا ہے۔

ان لہروں کو Aeronautical and marine navigation میں استعمال کرتے ہیں۔

۲) **اوسط تواتر0(Medium Frequency:-** ان کی تواتر 300kHz سے 3MHz کے درمیان ہوتی ہے۔ان کو Radio Communication میں Medium Wave اور Short Waves کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔

۳) **اعلیٰ تواتر(High Frequecny):-** ان کی تواتر 3MHz سے 30MHz کے درمیان ہوتی ہے۔ان کو Amateur radio service کے لیئے استعمال کرتے ہیں۔

۴) **بہت اعلیٰ تواتر(Very High Frequency):-** ان کی تواتر 30MHz سے 300MHz کے سرمیان ہوتی ہے۔انھیں Mobile Phones , FM Radio اور T.V. Channels کے لیئے استعمال کیا جاتا ہے۔

۵) **الٹرا اعلیٰ تواتر(Ultra High frequency):-** ان کی تواتر 300MHz سے 3GHz کے درمیان ہوتی ہے۔

انھیں RADAR میں اور دوسری کئی Military Service میں استعمال کیا جاتا ہے۔

۶) **سوپر اعلیٰ تواتر(Super High Frequency):-** ان کی تواتر 3GHz سے 30GHz کے درمیان ہوتی ہے۔

ان کو بہت ہی بڑے پیمانے پر استعمال کیا جاتا ہے۔مثلاً کئی قسم کے Aircraft controls,RADAR, Dish antenna, Satelite Communication , Microwave Ovens وغیرہ وغیرہ میں ان کو استعمال کیا جاتا ہے۔

۷) **زیرِ سرخ لہریں(Infrared):-** Visible Light کی تواتر اور اعظم ترین ریڈیو تواتر کے درمیان پائی جانے والی لہروں کو ''زیر سرخ'' کہا جاتا ہے۔انھیں حرارتی لہریں(Heat Rays) بھی کہا جاتا ہے۔جب یہ لہریں کسی شئے پر وقوع پزیر ہوتی ہیں تو اس شئے کے جوہر اور سالمات ان لہروں کو جذب کر لیتے ہیں جس کی وجہ سے ان کی ارتعاشی توانائی بڑھ جاتی ہے اور ان کا درجہ حرارت بڑھ جاتا ہے یہ لہریں شیشے(Glass) میں سے گزر نہیں سکتی ہیں اس لیئے Green Houses میں اور Solar cooker میں سورج کی روشنی میں موجود حرارتی شعاعوں کو شیشہ کے ذریعئے قبہ(Trap) کیا جاتا ہے۔جسکی وجہ گرمی میں اضافہ ہوتا ہے۔

۸) **مرئی شعاعیں(Visible Rays):-** بنفشی رنگ $\lambda=4000^{0}A$ سے سرخ رنگ $\lambda=7000^{0}A$ کے درمیان پائی جانے والی برقی مقناطیسی لہروں کو مرئی شعاعیں کہا جاتا ہے۔ان کی تواتر تقریباً $10^{14}Hz$ کے آس پاس ہوتی ہے۔Optical Fibres کو استعمال کر کے ان لہروں کے ذریعئے Audio Signal اور Picture Signal's کو ایک جگہ سے دوسری جگہ تیزی سے پہونچانے کے لیئے ان کا استعمال کیا جاتا ہے۔آج کل ان شعاعوں کو Optical fibres میں استعمال کر کے ٹیلی فون مواصلات میں بھی استعمال کیا جا رہا ہے۔

۹) **بالا بنفشی شعاعیں(Ultraviolet Rays):-** ان لہروں کا طول موج بہت کم یعنی تقریباً $10^{-6}m$ تک ہوتا ہے۔اور تواتر بہت زیادہ ہوتی ہے۔یہ شعاعیں انسانی جسم کے لیئے ضرر رساں ہوتی ہیں۔لیکن قدرتی انتظام کے مطابق ہمارے ماحول میں Ozone Layer پائی جاتی ہے۔جو ان خطرناک بالا بنفشی شعاعوں کو جذب کر سکتی ہیں۔جسکی وجہ سے یہ شعاعیں زمین تک نہیں پہونچ پاتی ہیں۔تجرباتی بنیاد پر ثابت ہوا ہے کہ Fridge میں استعمال ہونے والی کچھ گیسیں Feron, CFC وغیرہ اس Ozene Layer کو نقصان پہونچا رہی ہیں۔اگر Ozone Layer میں کسی بھی قسم کا Damage پیدا ہوا تو زمین پر انسانی زندگی کو بہت بڑا خطرہ ہو سکتا ہے۔اسی لیئے اس قسم کی گیسوں کو استعمال کرنے سے پرہیز کرنا چاہیئے اور ان خطرناک گیسوں کی پیدائش پر پابندی لگانا چاہیئے۔

۱۰) **X-Rays:-** ان برقی مقناطیسی لہروں کا طولِ موج بہت کم یعنی تقریباً $10^{-9}m$ اور تواتر زیادہ ہوتیے۔جب بہت زیادہ تیزی سے حرکت کرتے ہوئے الیکٹرون کسی سخت Target سے ٹکراتے ہیں تو x-rays خارج ہونے لگتی ہیں۔ان شعاعوں کو Medical Sciences میں بڑے پیمانے پر استعمال ہوتا ہے اسی طرح سے مختلف قسم کے قلمی ساخت(Crystal Structure) رکھنے والے عناصر کے مطالعہ میں بھی ان شعاعوں کو استعمال کرتے ہیں۔

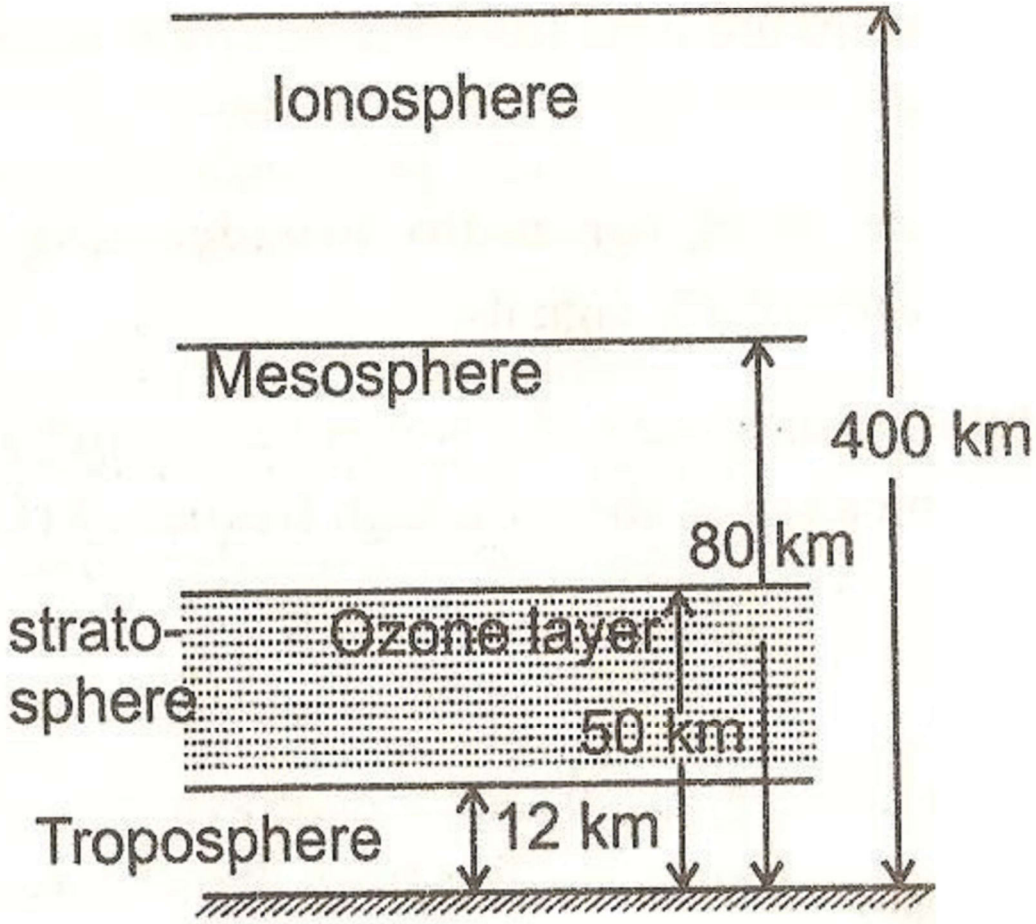
۱۱) **گاما شعاعیں Gamma Rays:-** اس قسم کی شعاعوں کا طول موج بہت کم یعنی تقریباً $10^{-10}m$ تک ہوتا ہے۔ان شعاعوں کی قوت نفوذ پزیری (Pentration Power0) بہت زیادہ ہوتی ہے۔عام طور پر نیوکلیائی ملاپ(Nuclear Fusion) کے عمل کے دوران یہ شعاعیں بڑے پیمانے پر خارج ہوتی ہیں۔یہ ایک ایسا عمل ہوتا ہے جسکے لیئے بہت زیادہ درجہ درکار ہوتا ہے۔عام طور پر بڑے بڑے ستارے مثلاً سورج وغیرہ میں عمل ہوتا رہتا ہے۔اور Gamma Rays خارج ہوتی رہتی ہیں۔

سوال:- کرۂ فضا(Atmosphere) میں برقی مقناطیسی لہروں کی اشاعت کی وضاحت کیجیے؟

جواب:- کرۂ فضا میں برقی مقناطیسی لہروں کی اشاعت

(Propogation of Electromagnetic Waves in Atmosphare):-

زمین کے اطراف کچھ کلومیٹرس کی بلندی تک پھیلے ہوئے فضائی کرّہ کو ماحول(Atmosphare) کہا جاتا ہے۔اس کرّہ فضائی میں مختلف قسم کی گیس مختلف فی صد مقدار میں پائی جاتی ہیں بلندی کے بڑھنے پر فضائی دباؤ بڑھتا جاتا ہے۔اسی طرح سطح زمین سے بلندی بڑھنے پر درجہ حرارت بھی بڑھتا جاتا ہے۔زمین کی کشش ثقل کی وجہ سے یہ کرّہ فضا زمین کو چھوڑ کر دور نہیں جا سکتا ہے۔اس کرّہ فضا کو چار مختلف علاقوں میں تقسیم کیا گیا ہے۔

زمین کے اطراف کرہ فضاء کی تشکیل کو درجِ ذیل خاکہ میں دکھایا گیا ہے۔

۱) Troposphere :۔ سطح زمین سے تقریباً 10km بلندی تک موجود فضائی کرّہ کو Troposphare کہاجاتا ہے۔ زمین پر موجود موسم کی تمام تبدیلیاں صرف اور صرف اسی فضائی کرّہ سے متعلق ہوتی ہیں۔

۲) Stratosphare:۔ سطح زمین سے 10km سے 50km بلندی تک موجود کرّہ فضا کو Stratosphare کہا جاتا ہے۔

۳) Mesosphere:۔ سطح زمین سے 50km سے 80km کی بلندی تک موجود کرّہ فضاء کو Mesosphere کہا جاتا ہے۔

۴) Ionosphere:۔ سطح زمین سے 80km سے زیادہ بلندہ پر موجود فضائی علاقہ کو Ionosphere کہاجاتا ہے۔اسی علاقہ ابتدائی حصّہ میں 15km سے 30km بلندی میں Ozone Layer کہا جاتا ہے۔جو بالا بنفشی شعاعوں کو جذب کر کے سطح زمین پر انسانی زندگی کا تحفظ کرتی ہے۔

مواصلات (Telecommunication):۔ معلوماتی پیغام (Signals) کو ایک جگہ سے دوسری جگہ پہونچانے کے عمل مواصلات کہاجا تا ہے۔اس کی دو اہم قسمیں ہیں۔

۱) خطی مواصلات (Line Communication): اگر معلوماتی پیغام کو کسی ایصالی واسطہ (Conducting Medium) کے ذریعئے ایک جگہ سے دوسری جگہ پہونچایا جائے تو اسے خطی مواصلات کہاجا تا ہے۔

مثال کے طور پر ٹیلی فون یا Optical fibre کے ذریعئے ہونے والے مواصلات کو خطی مواصلات کہاجا تا ہے۔

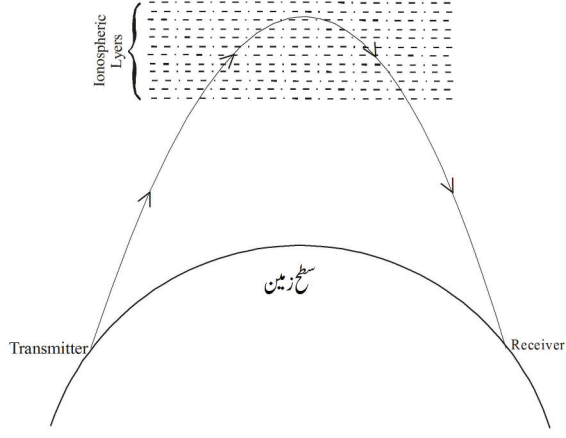
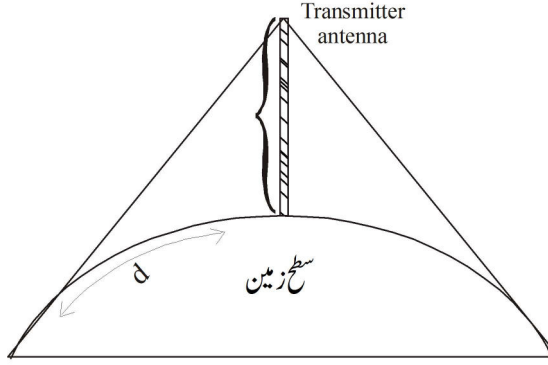
۲) خلائی مواصلات (Space Communication):۔ اگر معلوماتی پیغام کو برقی مقناطیسی لہروں کی شکل میں تبدیل کر کے کرّہ فضاء میں ایک جگہ سے دوسری جگہ پہونچائیں تو اسے خلائی مواصلات کہاجا تا ہے۔

ریڈیو کے پروگرام، T.V. کے مختلف Mobile, Channels کی بات چیت اور کمپیوٹر میں Internet کے ذریعئے معلومات کو ایک جگہ سے دوسری جگہ منتقل کرنے کے لیئے خلائی مواصلات لازمی ہوتے ہیں۔

سوال:۔ درج ذیل اصطلاحات کی وضاحت کیجیے؟

۱) آسمانی لہریں (Sky Waves)

۲) بینائی خطی مواصلات (Line of sight Communication)

جواب:۔ آسمانی لہریں (Sky Waves):۔ مختلف تواتر کی ریڈیائی لہریں فضائی کرّہ میں Ionosphere میں مختلف گہرئیوں تک نفوذ پزیر ہونے کے بعد منعکس (Reflect) ہوجاتی ہیں اور سطح زمین پر بہت دور دراز کے مقام پر Recieving Antenna کی مدد سے حاصل کی جاسکتی ہیں۔مثال کے طور پر ہمارے یہاں Radio set میں ہم B.B.C. یا Voice of America یا Radio Mosco کے پروگرام سن سکتے ہیں جبکہ ان پروگرام کے نشریائی Transmitters ہم سے ہزاروں کلومیٹرس کے فاصلے پر موجود ہیں۔اس قسم کی برقی مقناطیسی لہروں کو آسمانی لہریں کہا جا تا ہے۔اسے درج ذیل خاکہ میں دکھایا گیاہے۔

۲) بینائی خطی مواصلات(Line of Sight Communication):۔ Ionosphere کی تہہ سبھی ریڈیائی شعاعوں کو منعکس نہیں کرتا ہے۔ بلکہ کچھ بہت زیادہ تواتر والی ریڈیائی شعاعوں کو جذب کیئے بغیر اور منعکس کیئے بغیر Ionosphere انھیں سیدھے گزر جانے دیتا ہے۔ یہ لہریں ایک مرتبہ گزر جانے کے بعد مکمل طور پر ضائع ہو جاتی ہیں۔ عام طور پر 10MHz تواتر سے زیادہ تواتر والی ریڈیائی لہروں کے لیئے ایسا ہی ہوتا ہے اسی لیئے آسمانی لہروں کے ذریعئے مواصلات (Diret Commminication) کا طریقہ زیادہ بہتر ہوتا ہے۔ جسے درج ذیل خاکہ میں دکھایا گیا ہے۔

سطح زمین پر بہت زیادہ بلندی تک ایک Transmitting Antenna لگایا جاتا ہے۔ جس کی بلندی "h" ہوتی ہے۔ اس Antenna کے ذریعے ریڈیائی لہروں کو بڑے پیمانے پر کافی بڑے علاقہ میں پھیلایا سکتا ہے۔ عام طور پر اس Antenna کے ذریعئے ریڈیائی لہروں کی اشاعت کا علاقہ درج ذیل ضابطہ سے معلوم کیا جا سکتا ہے۔

$$d = \sqrt{2R \cdot h}$$

یہاں R زمین کا ااوسط نصف قطر ہے۔

اس قسم کے مواصلات کو جسمیں Antenna استعمال کر کے ریڈیائی لہروں کو براہ راست پھیلایا جاتا ہے۔ اسے بینائی خطی مواصلات کہتے ہیں۔ اس مواصلات کو 30km یا 40km کے علاقہ میں ہی استعمال کیا جا سکتا ہے۔

THE END